

## Artículo Original / Original Article

### Factores asociados con inadecuados depósitos de hierro en mujeres en primer trimestre de gestación

### Factors associated with inadequate iron stores in women in the first trimester of pregnancy

Catalina María Arango<sup>1</sup>. <http://orcid.org/0000-0001-5134-9294>  
Carlos Federico Molina<sup>2</sup>. <https://orcid.org/0000-0002-1339-012X>  
Cristina María Mejía<sup>1</sup>. <https://orcid.org/0000-0003-2782-9567>

1. Grupo de Investigación Epidemiología, Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
2. Grupo de Investigación BLSMA, Facultad de Derecho y Ciencias Forenses. Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria. Medellín, Colombia.

\*Dirigir correspondencia: Catalina María Arango.  
Grupo de Investigación Epidemiología, Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia,  
Calle 62 # 52-59, Medellín, Antioquia, Colombia.  
E-mail: nucatar@gmail.com

Este trabajo fue recibido el 04 de enero de 2021.  
Aceptado con modificaciones: 06 de abril de 2021.  
Aceptado para ser publicado: 10 de mayo de 2021.

#### RESUMEN

*Introducción: niveles bajos de ferritina sérica en la gestación se asocian con inadecuados depósitos de hierro, lo cual puede producir anemia, y aumentar el riesgo de mortalidad materna, parto prematuro y deficiencias a largo plazo en el desarrollo cognitivo del neonato. Objetivo: determinar la relación entre factores demográficos, económicos, familiares y de seguridad alimentaria con los inadecuados depósitos de hierro en mujeres en primer trimestre de gestación. Métodos: estudio descriptivo transversal, con 664 mujeres en primer trimestre de gestación. Depósitos de hierro inadecuados se definieron como una concentración de ferritina sérica <30 µg/L. Se estimó la prueba chi cuadrado, se calcularon odds ratio crudas y ajustadas mediante regresión logística binaria. Resultados: La proporción de mujeres con depósitos de hierro inadecuados fue de 32%, promedio geométrico de ferritina de 39,2 µg/L (rango 38,4 - 40,0 µg/L) Las gestantes que no deseaban el embarazo, tuvieron 1,1 veces más posibilidad de tener inadecuados depósitos de hierro comparado con las que si lo deseaban (OR= 2,10 IC95% 1,18-3,74). La inseguridad alimentaria incrementó en un 47% la probabilidad de tener inadecuados depósitos de hierro (OR= 1,47 IC95% 1,02-2,13). El apoyo familiar redujo en un 61% la probabilidad de inadecuados depósitos de hierro (OR= 0,39 IC95% 0,19-0,78). Conclusión: Una de cada tres mujeres presentó inadecuados niveles séricos de ferritina, lo cual se asoció principalmente con factores socioeconómicos y familiares, esto sugiere la necesidad de considerar otros aspectos no clínicos en las intervenciones que se hacen antes del embarazo para mejorar las reservas de hierro. Palabras clave: Anemia; Deficiencia de hierro; Ferritina; Gestación; Nutrición.*

## ABSTRACT

*Introduction: Low levels of serum ferritin in pregnancy are associated with inadequate iron stores, which can cause anemia and increase the risk of maternal mortality, premature delivery, and long-term deficiencies in the cognitive development of the newborn. Objective: To determine the relationship between demographic, economic, family and food security factors with inadequate iron stores in women in the first trimester of pregnancy. Methods: Descriptive cross-sectional study with 664 women in the first trimester of pregnancy. Inadequate iron stores were defined as a serum ferritin concentration  $<30 \mu\text{g} / \text{L}$ . The chi-square test was estimated, crude and adjusted odds ratios were calculated using binary logistic regression. Results: The proportion of women with inadequate iron stores was 32%, geometric average of ferritin  $39.2 \mu\text{g}/\text{L}$  (rank 38.4 - 40.0  $\mu\text{g}/\text{L}$ ). Pregnant women who did not want a pregnancy were 1.1 times more likely to have inadequate iron stores compared to those who did (OR= 2.10; 95% CI 1.18-3.74). Food insecurity increased the probability of having inadequate iron stores by 47% (OR= 1.47; 95% CI: 1.02-2.13). Family support reduced the probability of inadequate iron stores by 61% (OR= 0.39; 95% CI 0.19-0.78). Conclusion: One in three women presented inadequate levels of serum ferritin, which was mainly associated with socioeconomic and family factors, this suggests the need to consider other non-clinical aspects in the interventions carried out before pregnancy to improve iron stores.*

*Key words: Anemia; Ferritin; Iron deficiency; Nutrition; Pregnancy.*

## INTRODUCCIÓN

La deficiencia de hierro es considerada la causa más frecuente de anemia en el mundo, su prevalencia es 2,5 veces mayor en países en vía de desarrollo que en países desarrollados<sup>1</sup>. En mujeres embarazadas, la anemia por deficiencia de hierro es la forma de anemia más común, y se considera uno de los principales indicadores de una adecuada nutrición de la madre y el neonato<sup>2</sup>.

De acuerdo con el informe sobre el Estado de la Seguridad Alimentaria en el Mundo, y el Informe Mundial de Nutrición de 2020, la prevalencia de anemia en mujeres en edad fértil fue del 32,8%, correspondiente a 613,2 millones de mujeres, de las cuales 35,3 millones estaban embarazadas<sup>3,4</sup>. En Colombia, según la última Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) realizada en 2015, la anemia en mujeres gestantes de 13 a 49 años fue del 26,2%, la concentración media de ferritina en este grupo de mujeres fue de 29,3  $\mu\text{g}/\text{L}$ , una de cada dos gestantes presentó deficiencia de hierro (ferritina  $<12 \mu\text{g}/\text{L}$ ), la prevalencia de deficiencia fue del 44,5%; 7,3 puntos porcentuales más alta que lo reportado en la ENSIN 2010<sup>5</sup>.

La determinación del estado del hierro en mujeres durante la gestación puede hacerse mediante biomarcadores en suero como la ferritina, el hierro, la transferrina, la capacidad total de fijación de la transferrina y su porcentaje de saturación, y en sangre como la hemoglobina, el hematocrito y el perfil hematológico completo. En personas saludables, la concentración de ferritina en sangre es un biomarcador de las reservas movilizables de hierro. Los niveles de ferritina  $<30 \mu\text{g}/\text{L}$  son indicadores de bajas reservas de hierro,  $<15 \mu\text{g}/\text{L}$  son consistentes con depleción de hierro y los niveles  $<12 \mu\text{g}/\text{L}$  están asociados a anemia por deficiencia de hierro<sup>6,7,8</sup>.

A pesar de ser la anemia por deficiencia de hierro común en el embarazo, la evaluación de las reservas de hierro no es una práctica frecuente a menos que la embarazada esté

anémica<sup>9</sup>. Las pautas para la detección y el tratamiento de la anemia durante el embarazo difieren según la región, pero no existen indicaciones concretas para detectar la deficiencia de hierro al comienzo del embarazo o en cualquier otro momento en ausencia de anemia<sup>10</sup>. Si bien no hay recomendaciones precisas, debería de ponerse mayor atención a este asunto, dada la alta incidencia y la carga de enfermedad asociada con la anemia ferropénica en el embarazo, la cual se relaciona con mayores riesgos de morbilidad y mortalidad materna y perinatal, riesgo de cesárea, parto pretérmino, preeclampsia, desprendimiento de placenta, estado anormal de la tiroides materna, cicatrización de heridas deteriorada, insuficiencia cardíaca, fatiga, reducción de la productividad materna, hemorragia posparto e incluso muerte materna<sup>11</sup>. Los resultados de una reciente revisión de metaanálisis indicaron que la anemia materna por deficiencia de hierro aumentaba el riesgo de bajo peso al nacer, parto prematuro, mortalidad neonatal y perinatal<sup>12</sup>. La evidencia también sugiere que los recién nacidos con deficiencia de hierro presentan un retraso en el crecimiento y anomalías del desarrollo con efectos adversos sobre la mielinización, los neurotransmisores y la programación cerebral que persisten incluso después de la repleción de hierro<sup>10,13</sup>.

La etiología de la deficiencia de hierro durante el embarazo es multifactorial, se ha relacionado con características como la edad, las condiciones fisiológicas, patológicas, ambientales, socioeconómicas y alimentarias de la mujer gestante<sup>14,15</sup>. Algunos estudios han demostrado que el aumento del riesgo de esta condición por deficiencia de hierro se asocia con la paridad; las mujeres con 2-3 hijos tienen casi tres veces más riesgo de presentar anemia, así mismo, las primigestantes comparadas con las múltiparas, aquellas en condición de pobreza comparadas con las de mejor posición socioeconómica<sup>16</sup>. Otros factores fuertemente asociados han sido la asistencia al control prenatal, el índice de masa corporal pregestacional, el perímetro braquial y

especialmente el consumo de alimentos fuente de hierro<sup>17</sup>.

Algunos autores sugieren que las mujeres embarazadas que presentan inseguridad alimentaria en el hogar tienen mayor probabilidad de tener anemia, dado que la condición de inseguridad alimentaria afecta el acceso físico y económico a los alimentos, por lo tanto puede generar un consumo inadecuado de alimentos fuente de hierro; adicionalmente la dieta puede carecer de micronutrientes que facilitan la absorción y utilización del hierro (como vitamina C, vitamina A, folato, vitamina B<sub>12</sub> y carotenoides)<sup>18</sup>.

Lo anterior sugiere que la anemia no es una condición determinada solo por componentes biológicos y propios de la gestación, sino que involucra también un conjunto de factores socioeconómicos, demográficos, ambientales, de cuidado prenatal y de estilo de vida; basado en esto, el presente estudio buscó establecer la relación entre factores demográficos, económicos, nutricionales, estilo de vida y seguridad alimentaria con los inadecuados depósitos de hierro, estimados por ferritina<sup>19</sup>.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del estudio

Se realizó un estudio descriptivo, transversal, con mujeres gestantes que participaron del programa de control prenatal de la red pública de servicios de salud de la ciudad de Medellín-Colombia.

### Población de estudio y criterios de selección

De un universo de 680 mujeres primigestantes se incluyeron en el estudio 664. Las mujeres incluidas tuvieron una edad gestacional <13 semanas (basada en el último período menstrual y se confirmó con la ecografía del primer trimestre) con una mediana±rango intercuartil de edad de 21±7 años. Las mujeres fueron seleccionadas durante las consultas prenatales en las unidades hospitalarias de la red pública de servicios de salud de la ciudad de Medellín-Colombia, entre enero y julio de 2016. Se programó una cita para la realización de la encuesta, la evaluación antropométrica y la toma de muestra de sangre para la medición de la ferritina sérica, hemoglobina, hematocrito y proteína C reactiva (PCR). Se incluyeron embarazadas sin morbilidades asociadas, con embarazo monofetal y que manifestaron su interés de participar en el estudio mediante la firma del consentimiento informado. Se excluyeron del estudio, las mujeres gestantes con algún padecimiento crónico previo al embarazo, como: VIH, diabetes mellitus, hipertensión arterial, cardiopatía, nefropatía, epilepsia, trastornos del funcionamiento tiroideo u otras disfunciones endocrinas; así como trastornos psiquiátricos.

### Medición de Ferritina, Hemoglobina, Hematocrito y PCR

Después de ayuno nocturno a las mujeres se les extrajo 6 ml de sangre desde la vena cubital mediana del codo, y recolectada en tubo de vacío estéril con gel activador de la coagulación. Desde el suero se determinó la ferritina por

quimioluminiscencia en un analizador (Siemens modelo Immulite 2000, Alemania). La ferritina sérica es considerada como el gold standard para la determinación de los depósitos de hierro<sup>20</sup>. Valores de ferritina <30µg/L fueron clasificados como depósitos de hierro inadecuados<sup>11,21</sup>. En sangre total se midió hemoglobina y hematocrito por espectrofotometría e impedanciometría en un analizador (Sysmex modelo XE2100, Japón). Se determinó anemia un valor de hemoglobina menor de 12 g/dL, las concentraciones de hemoglobina fueron ajustadas en función de la altitud sobre el nivel del mar de la ciudad de Medellín (1479 msnm)<sup>22</sup>.

Se midió la PCR como marcador de inflamación ya que la ferritina es una proteína de fase aguda. Por tanto, para descartar falsos negativos se excluyeron del análisis mujeres que presentaran PCR >5,0 mg/L, según recomendación de OMS<sup>6,7,23</sup>. En total se eliminaron 16 mujeres por esta razón. Es importante anotar que las características de éstas no difirieron de las del grupo de estudio.

La medición de la PCR se hizo por el método convencional mediante tubidimetría en un analizador (Marca Roche Modelo Cobas c501, Estados Unidos). Todos los análisis químicos fueron realizados en un laboratorio de referencia de la ciudad.

### Medición de características sociodemográficas, alimentarias

A través de encuestas a las gestantes se obtuvo información relacionada con aspectos demográficos, socioeconómicos, de estilo de vida y alimentarios. Estas encuestas fueron aplicadas por nutricionistas-dietistas previamente capacitadas y estandarizadas. Aspectos como la etnia y otros datos sociodemográficos fueron auto-reportados por la gestante en el momento de la encuesta. Para la clasificación socioeconómica, se usó el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales de Colombia (Sisbén), que permite clasificar a la población de acuerdo con sus condiciones de vida e ingresos. Esta clasificación la realiza el departamento Nacional de planeación, mediante encuestas realizadas a los hogares y se utiliza para focalizar la inversión social. El puntaje obtenido por el hogar (puntaje de 0 a 100) se categoriza en tres niveles (1 a 3), siendo 1 el de mayor prioridad para ser beneficiario. Para efectos del presente estudio se obtuvo desde la base de datos del Sisbén cuál era el puntaje del hogar de la mujer gestante y su clasificación<sup>24</sup>.

Para la evaluación de la seguridad alimentaria en el hogar se aplicó la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria, adaptada lingüísticamente y validada para Colombia<sup>25</sup>.

La evaluación antropométrica se realizó mediante la medición del peso corporal y la estatura. Esta evaluación fue realizada por el mismo personal que hizo la encuesta. Se usaron básculas electrónicas con capacidad de 200 kg y precisión de 100 g (marca Seca-813), y para la estatura se utilizaron estadiómetros portátiles con sensibilidad de 1 mm (marca Seca-206). El peso pregestacional se obtuvo mediante autoreporte y se confirmó con la historia clínica

de la gestante. Se calculó el índice de masa corporal (IMC) pregestacional como variable proxy del estado nutricional antropométrico materno pregestacional. Este se clasificó según los parámetros propuestos por Atalah y colaboradores<sup>26</sup>.

### Análisis de los datos

Para la descripción de las variables cuantitativas como la edad, los niveles séricos de ferritina, hemoglobina y hematocrito se usaron la media±desviación estándar (DS), el promedio geométrico y la mediana con su rango intercuartil (RQ). Previamente se exploró la distribución de los datos en cada una de estas variables mediante la prueba de Shapiro-Wilk ( $p>0,05$ ). Las variables categóricas se describieron mediante frecuencias absolutas y relativas. Se estimó la asociación entre las características observadas y los depósitos de hierro mediante la prueba chi cuadrado, la significación estadística se estableció como un valor  $p<0,05$ ). Adicionalmente se calcularon odds ratio (OR) crudas y ajustadas mediante regresión logística binaria. En este análisis cada una de las variables se ajustó por las demás variables incluidas en el modelo, para ello se ingresaron mediante el método enter una a una las variables que en el análisis bivariado hubieran sido significativas o que presentaron un valor  $p<0,25$  (criterio estadístico). Las variables fueron: edad, estado civil, dependencia económica, deseo del embarazo, edad ginecológica, y apoyo familiar; se incluyó la inseguridad alimentaria en el hogar dado que ha sido demostrada su relación con la anemia en otros estudios<sup>27</sup>. Todos los análisis fueron realizados en el paquete estadístico SPSS versión 20.

### Consideraciones éticas

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación en Humanos de la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia, así mismo, recibió el aval del comité de ética de la Empresa Social del Estado Metrosalud (E.S.E. Metrosalud). Los participantes declararon su voluntad de participar en el estudio mediante la firma del consentimiento informado.

### RESULTADOS

Se analizó información de 664 mujeres con edad gestacional de  $12\pm 2$  semanas (mediana±RQ), y una edad cronológica de  $21\pm 7$  (mediana±RQ). El 18% de las mujeres eran menores de 18 años, de ellas un 13,4% presentaron una edad ginecológica considerada riesgosa (corresponde al tiempo transcurrido entre la menarquia y la edad cronológica actual menor de tres años). El 32% de las gestantes presentaron depósitos de hierro inadecuados, observándose un promedio geométrico de ferritina de  $39,2 \mu\text{g/L}$  (rango  $38,4 - 40,0 \mu\text{g/L}$ ) y mediana±RQ de  $42,8\pm 40,7 \mu\text{g/L}$ . La hemoglobina promedio fue  $13,2\pm 0,98 \text{ g/dL}$  (promedio±DS). La media del hematocrito fue  $38,5\pm 2,6\%$  (promedio±DS). El 9,2% de las gestantes presentaron anemia según la concentración de hemoglobina.

La tabla 1 muestra las características demográficas, económicas, familiares, estado nutricional y estilo de vida de las mujeres gestantes participantes del estudio. Porcentajes

muy bajo reportaron consumo de licor, cigarrillo o alguna sustancia psicoactiva. El 17,5% de las gestantes tenían un IMC  $<20 \text{ kg/m}^2$  que significa riesgo de delgadez. Por el contrario, el 35,4% se clasificaron como sobrepeso u obesidad. Con respecto a la seguridad alimentaria del hogar, se observó que la mitad de ellas presentó inseguridad alimentaria y el 6% manifestó consumir dos o menos comidas al día.

Al comparar los depósitos de hierro según las características de las gestantes, se observaron diferencias significativas según la edad, siendo mayor la proporción de depósitos de hierro inadecuados en el grupo de menores de 18 años, en quienes estaban solteras y no habían planeado el embarazo y, tampoco lo deseaban. De acuerdo con el estado nutricional la frecuencia de depósitos de hierro inadecuados fue mayor en las mujeres que tenían sobrepeso u obesidad (Tabla 2).

En la tabla 2 también se presentan los resultados de la estimación de la asociación entre los factores estudiados y los depósitos de hierro (OR cruda). Las características demográficas que se asociaron con mayor probabilidad de presentar inadecuados depósitos de hierro fueron: ser menor de 18 años (OR= 1,63 IC95% 1,08-2,45), ser afrocolombianas o afrodescendientes (OR= 1,43 IC95% 0,73-2,80), estado civil soltera (OR= 1,42 IC95% 1,01-1,98). Con respecto a las condiciones del embarazo, la edad ginecológica menor de tres años (OR= 2,26 IC95% 1,44-3,56), el sobrepeso y la obesidad (medido como IMC gestacional actual) se asociaron a tener más probabilidad de depósitos de hierro inadecuados. Del mismo modo el embarazo no planeado ni deseado se asociaron a los depósitos de hierro inadecuados (OR= 1,38 IC95% 0,99-1,92 y OR= 2,34 IC95% 1,38-3,97 respectivamente). Fue más frecuente encontrar depósitos de hierro inadecuados entre el grupo de gestantes con inseguridad alimentaria que entre quienes no reportaron esta situación (OR= 1,63 IC95% 0,98-1,89). Por otro lado, recibir apoyo de la familia se asoció con menor posibilidad de presentar depósitos de hierro inadecuados (OR= 0,42 IC95% 0,21-0,83) (Tabla 2).

Se evidenció que después de realizar el ajuste mediante la regresión logística binaria, la asociación cambió de magnitud y perdió la significancia estadística para la edad, el estado civil, la dependencia económica, y la edad ginecológica; mientras que, el embarazo no deseado, la inseguridad alimentaria en el hogar y el apoyo familiar permanecieron asociadas después de realizar el ajuste por las demás variables antes mencionadas. La probabilidad de presentar depósitos de hierro inadecuados en el primer trimestre de gestación fue 1,05 veces mayor en las mujeres que no deseaban el embarazo comparado con aquellas que si lo deseaban (OR= 2,10 IC95% 1,18-3,74), la inseguridad alimentaria en el hogar incrementó en un 47% la probabilidad de tener inadecuados depósitos de hierro (OR= 1,47% IC95% 1,02-2,13). El único factor que después de ajustar por las demás variables redujo la probabilidad de tener depósitos de hierro inadecuados fue el apoyo de la familia (OR= 0,39 IC95% 0,19-0,78) (Tabla 3). La figura 1 permite comparar los valores crudos y ajustados de la medida de asociación estimada.

**Tabla 1.** Características demográficas, económicas, familiares, estado nutricional y estilo de vida de las mujeres gestantes participantes del estudio.

Características		Frecuencia (%)
Grupo de edad	Menor de 18 años	120 (18,1)
	18 y más	544 (81,9)
Etnia	Afrocolombiano, afrodescendiente	60 (9,1)
	Indígena	17 (2,6)
	No se identifica con ninguna	402 (60,5)
	Mestizo	185 (27,7)
Ocupación	Estudiante	160 (24,1)
	Ama de casa	357 (53,8)
	Empleada actualmente	86 (12,9)
	Desempleada	61 (9,2)
Nivel educativo	Primaria incompleta	21 (3,2)
	Primaria Completa	25 (3,8)
	Bachillerato incompleto	76 (11,5)
	Bachillerato completo	435 (65,5)
	Estudios Superiores	107 (16,1)
Afiliación a la seguridad social*	Subsidiado*	645 (97,1)
	Vinculado**	19 (2,9)
Estado civil	Soltera	246 (37,0)
	Casada o en Unión libre	418 (63,0)
Ferritina sérica	Depósitos de hierro inadecuados	211 (31,8)
	Adecuados depósitos de hierro	453 (68,2)
Edad ginecológica	Con riesgo	89 (13,4)
	Sin riesgo	575 (86,6)
Embarazo planeado	Si	323 (48,6)
	No	341 (51,4)
Embarazo deseado	Si	602 (90,7)
	No	62 (9,3)
Hábito de fumar cigarrillo	Si	16 (2,4)
	No	648 (97,6)
Consumo de licor	Si	13 (1,9)
	No	651 (98,1)
Consumo de sustancias psicoactivas	Si	9 (1,4)
	No	655 (98,6)
Consumo actual de suplemento de hierro y ácido fólico	Si	478 (72,1)
	No	185 (27,9)

Características		Frecuencia (%)
Peso pregestacional	Bajo peso pregestacional	139 (20,9)
	Adecuado peso pregestacional	525 (79,1)
IMC pregestacional	IMC adecuado	313 (47,1)
	Riesgo delgadez	12 (1,8)
	IMC menor a 20 kg/m <sup>2</sup>	104 (15,7)
	Sobrepeso	169 (25,5)
	Obesidad	66 (9,9)
IMC gestacional	Adecuado para la edad gestacional	283 (42,6)
	Bajo peso para la edad gestacional	158 (23,8)
	Sobrepeso para la edad gestacional	158 (23,8)
	Obesidad para la edad gestacional	65 (9,8)
Perímetro del brazo	Bajo	116 (17,5)
	Adecuado	548 (82,5)
Consumo de comidas al día	1 a 2 comidas al día	40 (6,0)
	3 comidas al día	154 (23,2)
	4 a 6 comidas al día	469 (70,7)
Inseguridad alimentaria en el hogar	Seguridad alimentaria	321 (48,4)
	Inseguridad alimentaria leve	247 (37,2)
	Inseguridad alimentaria moderada	55 (8,3)
	Inseguridad alimentaria severa	40 (6,0)
Dependencia económica	Independiente	37 (5,6)
	Dependiente	627 (94,4)
Tipo de familia	Compuesta	77 (11,6)
	Extensa	405 (61,0)
	Nuclear completa	167 (25,2)
	Nuclear incompleta	15 (2,3)
Clasificación socioeconómica de la gestante	Sisbén 1 (Puntaje <47,99)	529 (79,7)
	Sisbén 2 (Puntaje 48,00-54,86)	77 (11,6)
	Sisbén 3 (Puntaje >54,87)	58 (8,7)
Ingresos económicos del hogar mensual	Mayor o igual a un salario mínimo legal vigente	158 (23,8)
	Menor de un salario mínimo	506 (76,2)
Condiciones habitacionales de la vivienda	Inadecuadas	247 (37,2)
	Adecuadas	417 (62,8)
Vive en hacinamiento	Si	180 (27,1)
	No	484 (72,9)

\*En el sistema de salud colombiano, al régimen subsidiado pertenece la población pobre y vulnerable sin capacidad de pago.

\*\*Los participantes vinculados al sistema de salud, son aquellos que tienen incapacidad de pago y están en espera de ser beneficiarios del régimen subsidiado.

**Tabla 2.** Factores demográficos, socioeconómicos, familiares, nutricionales y del estilo de vida asociados a los depósitos de hierro inadecuados.

Características		Depósitos de hierro inadecuados n=211 Frecuencia (%)	Adecuados depósitos de hierro n=453 Frecuencia (%)	Valor P*	OR Crudo	IC**
Edad	Menor de 18 años	49 (40,8)	71 (59,2)	0,019	1,63 Ref.	1,08-2,45
	18 y más	162 (30,0)	382 (70,0)			
Etnia	Afrocolombiano, afrodescendiente	14 (23,3)	46 (76,7)	0,229	1,43 Ref.	0,73-2,80
	Indígena	8 (47,1)	9 (53,0)			
	No se identifica con ninguna de las anteriores	133 (33,1)	269 (67,0)			
	Mestizo	56 (30,3)	129 (70,0)			
Seguridad social	Subsidiado	206 (31,9)	439 (68,1)	0,604	1,31 Ref.	0,46-3,69
	Vinculado	5 (26,3)	14 (73,7)			
Nivel educativo	Primaria incompleta	9(42,9)	12(57,1)	0,478	0,54 Ref.	0,21-1,42
	Primaria Completa	5(20,0)	20(80,0)			
	Bachiller incompleto	23(30,3)	53(69,7)			
	Bachiller completo	143(32,9)	292(67,1)			
	Estudios Superiores	31(29,0)	76(71,0)			
Ocupación	Estudiante	57 (35,6)	103 (64,4)	0,445	0,62 Ref.	0,35-1,11
	Ama de casa	112 (31,4)	245 (68,6)			
	Desempleada	20 (32,8)	41 (67,2)			
	Empleada actualmente	22 (25,6)	64 (74,4)			
Estado Civil	Soltera	90(36,6)	156(63,4)	0,041	1,42 Ref.	1,01-1,98
	Casada o Unión Libre	121(28,9)	297(71,1)			
Dependencia económica	Dependiente	203 (32,4)	424 (67,6)	0,172	1,74 Ref.	0,78-3,86
	Independiente	8 (21,6)	29 (78,4)			
Embarazo planeado	No	120 (35,2)	221 ( 64,8)	0,052	1,38 Ref.	0,99-1,92
	Si	91 ( 28,2)	232 (71,8)			
Embarazo deseado	No	31 (50,0)	31 (50,0)	0,001	2,34 Ref.	1,38-3,97
	Si	180 (29,9)	422 (70,1)			
Edad ginecológica	Con riesgo	43 (48,3)	46 (51,7)	0,000	2,26 Ref.	1,44-3,56
	Sin riesgo	168 (29,2)	407 (70,8)			
IMC gestacional	Bajo peso para la edad gestacional	63 (39,9)	95 (60,1)	0,021	0,62 Ref.	0,36-1,06
	Sobrepeso para la edad gestacional	45 (28,5)	113 (71,5)			
	Obesidad para la edad gestacional	13 (20,0)	52 (80,0)			
	Adecuado para la edad gestacional	90 (31,8)	193 (68,2)			

Características		Depósitos de hierro inadecuados n= 211 Frecuencia (%)	Adecuados depósitos de hierro n= 453 Frecuencia (%)	Valor P*	OR Crudo	IC**	
IMC pregestacional	Riesgo delgadez (adolescentes)	4 (33,3)	8 (66,7)	0,284	1,39	0,38-5,03	
	IMC menor a 20	39 (37,5)	65 (62,5)		1,13	0,62-2,05	
	Sobrepeso	53 (31,4)	116 (68,6)		0,59	0,29-1,18	
	Obesidad	14 (21,2)	52 (78,8)		0,58	0,13-2,62	
	IMC adecuado	101 (32,3)	212 (66,7)		Ref.		
Perímetro del brazo	Bajo	42 (36,2)	74 (63,8)	0,259	1,27	0,83-1,93	
	Adecuado	169 (30,8)	379 (69,2)		Ref.		
Peso pregestacional	Bajo peso pregestacional	51 (36,7)	88 (63,3)	0,162	1,32	0,89-1,96	
	Adecuado peso pregestacional	160 (30,5)	365 (69,5)		Ref.		
Consumo de alimentos (número de comidas al día)	1 a 2 comidas al día	10 (25,0)	30 (75,0)	0,627	1,44	0,69-3,02	
	3 comidas al día	49 (31,8)	105 (68,2)		1,03	0,69-1,52	
	4 a 6 comidas al día	152 (32,4)	317 (67,6)		Ref.		
Consumo de suplemento de hierro y ácido fólico	Si	154 (32,2)	324 (67,8)	0,696	1,07	0,74-1,55	
	No	57 (30,6)	129 (69,4)		Ref.		
Hábito de fumar cigarrillo	Si	3 (18,8)	13 (81,3)	0,257	0,49	0,13-1,73	
	No	208 (32,1)	440 (67,9)		Ref.		
Consumo de licor	Si	15 (32,6)	31 (67,4)	0,625	1,12	0,61-2,23	
	No	101 (29,1)	246 (70,9)		Ref.		
Consumo de sustancias psicoactivas	Si	1 (11,1)	8 (88,9)	0,180	0,27	0,33-2,13	
	No	210 (32,1)	445 (67,9)		Ref.		
Seguridad alimentaria del hogar	Inseguridad alimentaria	120 (35,1)	222 (64,9)	0,630	1,36	0,98-1,89	
	Seguridad alimentaria	91 (28,3)	230 (71,7)		Ref.		
Recibe apoyo del padre del bebé	Si	162 (31,8)	348 (68,2)	0,408	0,76	0,40-1,44	
	No	17 (37,8)	28 (62,2)		Ref.		
Recibe apoyo de la familia	Si	160 (30,9)	357 (69,1)	0,010	0,42	0,21-0,83	
	No	19 (51,4)	18 (48,6)		Ref.		
Tipo de familia	Compuesta	29 (37,7)	48 (62,3)	0,698	0,75	0,43-1,32	
	Extensa	125 (30,9)	280 (69,1)		1,01	0,68-1,49	
	Nuclear incompleta	5 (33,3)	10 (66,7)		0,90	0,29-2,78	
	Nuclear completa	52 (31,1)	115 (68,9)		Ref.		
Clasificación socioeconómica de la gestante	Sisbén 1 (Puntaje <47,99)	173 (32,7)	356 (67,3)	0,276	0,59	0,31-1,13	
	Sisbén 2 (Puntaje 48,00-54,86)		25 (32,5)		52 (67,5)	0,60	0,28-1,31
	Sisbén 3 (Puntaje >54,87)	13 (22,4)	45 (77,6)		Ref.		



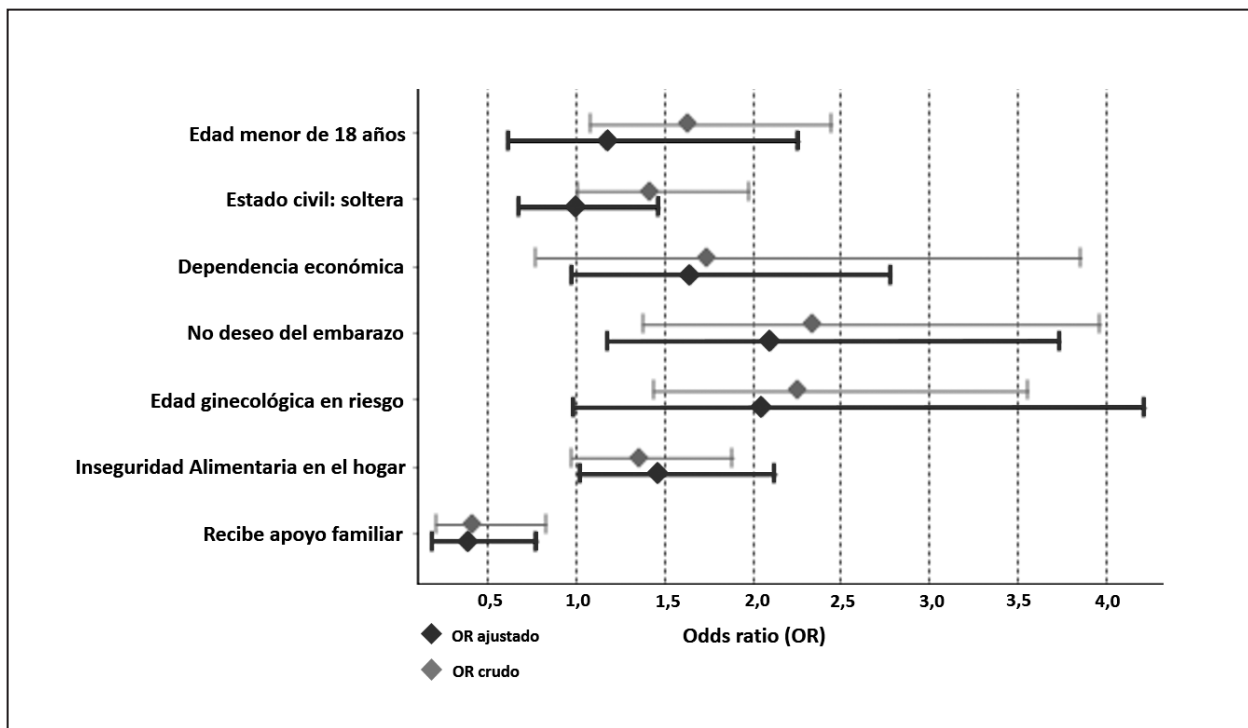
Características		Depósitos de hierro inadecuados n= 211 Frecuencia (%)	Adecuados depósitos de hierro n= 453 Frecuencia (%)	Valor P*	OR Crudo	IC**
Vive en hacinamiento	Si	62 (34,4)	118 (65,6)	0,368	1,18 Ref.	0,82-1,70
	No	149 (30,8)	335 (69,2)			
Condiciones habitacionales de la vivienda	Inadecuadas	140 (33,6)	277 (66,4)	0,197	1,25 Ref.	0,89-1,76
	Adecuadas	71 (28,7)	176 (71,3)			
Ingresos económicos del hogar mensual	Menor de un salario mínimo	161 (31,8)	345 (68,2)	0,968 108 (68,4)	1,01 Ref.	0,69-1,48
	Mayor o igual a un salario mínimo legal vigente		50 (31,6)			
Consumo de alimentos fuente de proteína	Una porción o más al día	47 (30,7)	106 (69,3)	0,779	0,95 Ref.	0,64 -1,39
	Menos de una porción al día	159 (31,9)	339 (68,1)			
Consumo de alimentos fuente de hierro	Una porción o más al día	136 (32,7)	280 (67,3)	0,444	1,15 Ref.	0,81-1,62
	Menos de una porción al día	70 (29,8)	165 (70,2)			

\*Valor p para la prueba chi cuadrado. \*\*IC: intervalo de confianza. Ref: Categoría de referencia.

**Tabla 3.** Asociación ajustada entre los factores estudiados y los inadecuados depósitos de hierro en gestantes en primer trimestre.

Características		OR Crudo	IC	OR Ajustado	IC*
Edad	Menor de 18 años	1,63	1,08 - 2,45	1,18	0,62-2,26
	18 y más	Ref.			
Estado Civil	Soltera	1,42	1,01-1,98	1,00	0,68-1,47
	Casada o Unión Libre	Ref.			
Dependencia económica	Dependiente	1,74	0,78-3,86	1,65	0,98-2,78
	Independiente	Ref.			
Embarazo deseado	No	2,34	1,38-3,97	2,10	1,18-3,74
	Si	Ref.			
Edad ginecológica	Con riesgo	2,26	1,44-3,56	2,05	0,99-4,22
	Sin riesgo	Ref.			
Seguridad alimentaria del hogar	Inseguridad alimentaria	1,36	0,983-1,89	1,47	1,02-2,13
	Seguridad alimentaria	Ref.			
Apoyo de la familia	Si	0,42	0,21 - 0,83	0,39	0,19-0,78
	No	Ref.			

\*IC: intervalo de confianza. Ref: Categoría de referencia.



**Figura 1:** Factores asociados que mejor explican los depósitos de hierro inadecuados en mujeres gestantes en primer trimestre.

## DISCUSIÓN

La mayoría de los estudios se han centrado en el estado de los micronutrientes en el último trimestre del embarazo; sin embargo, es el primer trimestre de gestación el período más crítico para el desarrollo de riesgos para la salud relacionados con deficiencias nutricionales, por lo tanto, este primer trimestre es el mejor momento para detectar deficiencias, en especial las relacionadas con los depósitos de hierro<sup>19,28</sup>.

La magnitud observada de inadecuados depósitos de hierro es coherente con lo observado en estudios poblacionales en Colombia, y en países industrializados (31,2%)<sup>2,5,16</sup>.

Varias investigaciones han explorado determinantes individuales de las concentraciones de ferritina, las cuales varían con la edad y las condiciones socioeconómicas<sup>16</sup>. La literatura indica que la edad materna es un factor de riesgo de anemia, siendo más frecuente esta condición en adolescentes embarazadas comparado con otros grupos de edad. En las adolescentes, la aparición de anemia aumenta debido al rápido crecimiento corporal, de la madre y los tejidos fetales, lo cual frecuentemente coexiste con mala alimentación, desnutrición e insuficiente ganancia de peso durante la gestación lo que aumenta el riesgo de deficiencias nutricionales<sup>29</sup>. En el presente estudio las gestantes menores de 18 años tuvieron 18% más probabilidad de presentar depósitos de hierro inadecuados con respecto a las mayores

de edad, situación también reportada por Méndez y colaboradores en mujeres embarazadas en el noroeste de México<sup>30</sup> y por Santos et al.<sup>29</sup> en Brasil; del mismo modo, se observó en el estudio de Khambalia et al.<sup>31</sup> y en mujeres portuguesas menores de veinte años quienes tenían un riesgo casi 12 veces mayor de deficiencia de hierro comparado con las de edades superiores<sup>32</sup>.

Con respecto a las condiciones socioeconómicas, la mayoría de las gestantes vivían con menos de un salario mínimo mensual legal vigente, eran amas de casa y dependían económicamente de su pareja o de otros miembros de la familia; estas similitudes entre el grupo no permitieron encontrar diferencias significativas en la probabilidad de tener depósitos de hierro inadecuados como se ha observado en otros estudios con muestras más heterogéneas. Las mujeres gestantes solteras tenían más posibilidades de tener depósitos de hierro inadecuados que aquellas que estaban casadas o en unión libre, la evidencia ha mostrado que a medida que mejoran las condiciones socioeconómicas se reduce la probabilidad de tener depósitos de hierro inadecuados o anemia por deficiencia de hierro<sup>14</sup>. Esto puede ser explicado en parte, porque las personas que tienen deprivaciones socioeconómicas y viven en países en desarrollo, sus dietas pueden ser más bajas en hierro hemo, o tener dietas vegetarianas, lo cual produce deficiencias de este y otros micronutrientes. Adicionalmente, las mujeres de clases socioeconómicas bajas es más probable que tengan

una educación deficiente, lo cual limita sus posibilidades laborales y reduce sus ingresos, también el acceso a los servicios de salud; y como resultado pueden tener más riesgo de malnutrición y enfermedades crónicas o de origen infeccioso<sup>14</sup>.

También se ha demostrado que las condiciones de salud y nutrición de una mujer antes del embarazo, se relacionan con la probabilidad de tener anemia por deficiencia crónica de hierro, incluso antes del embarazo y durante este, lo cual puede verse agravado por las demandas del feto durante la gestación.

La relación observada en este estudio entre el IMC para la edad gestacional y los depósitos de hierro inadecuados, es coherente con lo reportado en varias investigaciones<sup>19,33,34,35,36,37</sup>, en las cuales se ha observado una correlación inversa de la ferritina sérica con el índice de masa corporal materno; las mujeres con sobrepeso y obesidad antes del embarazo o durante éste, tienen niveles significativamente más bajos de hierro durante el embarazo temprano en comparación con las mujeres con peso normal; la evidencia ha mostrado que esta depleción en los niveles de hierro puede ser causada por una mayor cantidad de hepcidina circulante que es una proteína encargada de regular el metabolismo del hierro y se origina en el tejido adiposo y en el hígado en respuesta a la inflamación subclínica, esta proteína regula el flujo de hierro de las células a la circulación y también reduce la absorción intestinal de hierro<sup>38,39</sup>. Lo anterior sumado la posibilidad de que las mujeres con exceso de peso pueden tener un consumo alimentos con mayor contenido calórico pero baja densidad nutricional genera una ingesta insuficiente de micronutrientes como el hierro y de otros que mejoran la biodisponibilidad de este mineral como la vitamina C, vitamina A y folato, así mismo, el consumo de alimentos con ácido fítico que reduce la absorción del hierro<sup>40</sup>.

Las mujeres que comenzaron su embarazo con una edad ginecológica menor de 3 años (la cual se clasifica como de riesgo) tuvieron 1,26 veces más posibilidad de tener depósitos de hierro inadecuados comparado con aquellas que tenían una edad ginecológica superior, este hallazgo también fue reportado por Ahmed en mujeres gestantes de Kuwait, concluyendo que la mayor edad gestacional, poco espacio entre nacimientos ( $\leq 2$  años), no consumir suplementos de hierro y ácido fólico son factores que se asocian significativamente con la deficiencia de hierro<sup>41</sup>.

En el presente estudio, nueve de cada diez gestantes deseaban su embarazo, y solo la mitad de ellas lo había planeado, esta última cifra está levemente por encima a la obtenida por Gómez et al.<sup>42</sup> en el análisis realizado en mujeres gestantes del Perú. No desear el embarazo también incrementó la probabilidad de presentar depósitos de hierro inadecuados, similar a lo reportado en el estudio de Grum et al.<sup>43</sup> en Etiopía, en el cual se encontró que el embarazo no planificado estaba significativamente asociado con anemia, observando que el riesgo de anemia era 1,5 veces mayor en las mujeres cuyo embarazo no fue planificado,

mientras que aquellas que lo planean pueden prepararse mejor y tener más estrategias de autocuidado de forma más temprana, por ejemplo con la ingesta de alimentos y micronutrientes.

Otro aspecto bastante estudiado en el mundo ha sido la relación entre la ingesta de micronutrientes y la anemia. Por ejemplo en este estudio las mujeres que consumían una o dos comidas al día tenían 44% más riesgo de depósitos de hierro inadecuados comparado con aquellas que consumían más de 4 comidas al día; esto es consistente con lo evidenciado en los estudios realizados por Grum et al.<sup>43</sup>, dado que una mayor frecuencia de comidas durante el embarazo satisface la demanda de nutrientes de la madre y el feto. Lo mismo fue reportado por Barón et al.<sup>44</sup> y Martí et al.<sup>45</sup> en mujeres venezolanas.

Otro aspecto que afecta el consumo de alimentos es la inseguridad alimentaria y nutricional en el hogar, en la revisión sistemática y metaanálisis de Moradi et al.<sup>27</sup> reportaron que la probabilidad de tener anemia en las mujeres que tenían inseguridad alimentaria era 45% mayor comparado con quienes no tenían inseguridad alimentaria. Los resultados actuales coinciden con estudios previos realizados en Brasil y Estados Unidos, donde identificaron una probabilidad entre dos y tres veces mayor de desarrollar anemia entre las mujeres que tenían inseguridad alimentaria en el hogar<sup>17,46</sup>, esto se explica porque para que un hogar tenga seguridad alimentaria se deben cumplir condiciones como disponibilidad de alimentos, acceso económico y físico a estos y una adecuada utilización de nutrientes por parte del organismo, considerando que en este estudio la mayoría de las mujeres gestantes pertenecían a hogares en condiciones de vulnerabilidad socioeconómica esto es un factor que se relaciona con el acceso económico a los alimentos.

Estudios previos han demostrado que la suplementación con hierro desde el primer trimestre de gestación aumenta la concentración de hemoglobina, reduce la anemia en un 70% y la deficiencia de hierro durante el embarazo; así mismo se relaciona con una disminución del riesgo de bajo peso al nacer y de parto prematuro<sup>47</sup>. Si bien las guías referentes al tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro durante el embarazo varían de país a país; la OMS recomienda proporcionar suplementos diarios de 60 mg de hierro y 400  $\mu$ g (0,4 mg) de ácido fólico a las mujeres durante la gestación y los tres primeros meses del posparto<sup>48</sup>. En Colombia existe una resolución del Ministerio de Salud y Protección Social que establece el suministro gratuito de suplementos de hierro, ácido fólico y calcio para las mujeres gestantes inscritas a los programas de control prenatal<sup>49</sup>; sin embargo, la adherencia al consumo de estos algunas veces es baja, lo que sugiere la necesidad de hacer mejor seguimiento a la ingesta de estos micronutrientes<sup>50</sup>, en algunos estudios locales se ha visto que la suplementación acompañada de la educación nutricional logra prevenir la anemia durante el embarazo y controlar la deficiencia de hierro<sup>50</sup>. Adicional a lo anterior, en el país se han tomado

medidas de salud pública definidas en el marco del Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021 y de la Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional como la Estrategia Nacional para la Prevención y Control de las Deficiencias de Micronutrientes en Colombia 2014-2021 que incluye la fortificación de harina de trigo como alimento de consumo masivo con hierro y vitaminas del complejo B, y la suplementación con sulfato ferroso en mujeres gestantes y niños menores de 5 años, acciones en educación alimentaria y nutricional, la desparasitación, apoyo a la práctica de la lactancia materna, estilos de vida saludable y alimentación sana, suficiente y balanceada<sup>51,52</sup>. Finalmente, es necesario continuar con investigación en este tema que permita demostrar la efectividad de las intervenciones que en la actualidad se hacen para mejorar la salud del binomio madre e hijo y que sirvan de insumo para fortalecer los programas de atención integral a la mujer gestante.

Una de las fortalezas de este estudio, es haber determinado la adecuación de los depósitos de hierro utilizando la concentración de ferritina, adicionalmente la evaluación de un marcador de inflamación como la PCR, lo cual permitió descartar niveles altos de ferritina que estuvieran enmascarando una posible carencia en los depósitos de hierro. Podría considerarse una limitación menor el no haber usado de manera simultánea la medición de las dos proteínas de respuesta de fase aguda la PCR y la  $\alpha$ 1-glucoproteína ácida (GPA) para corregir el efecto de la inflamación como lo recomienda la OMS. Otra limitación tiene que ver con la selección de la muestra de estudio, dado que no fue probabilística sino por conveniencia, por lo tanto, los resultados no pueden ser generalizados a otras poblaciones en Colombia, tampoco fue medida la ingesta de alimentos, en especial de hierro, y otros nutrientes que favorecen o inhiben la absorción del hierro dietario. Tampoco se indagó por el sangrado abundante en el último periodo menstrual, ni por antecedentes de malaria. Por tratarse de un estudio transversal, no se puede establecer la secuencia temporal de la relación entre los factores estudiados y los depósitos de hierro y por lo tanto no se identificaron factores de riesgo dado que existe la posibilidad de una causalidad inversa.

En conclusión, este estudio apoya la evidencia sobre los factores que explican la probabilidad de presentar depósitos de hierro inadecuados al inicio de la gestación, como son la edad, el estado civil, la dependencia económica, el embarazo no deseado, la edad ginecológica menor de tres años, la inseguridad alimentaria y el apoyo familiar. Esto sugiere la necesidad de considerar otros aspectos no clínicos en las intervenciones que se hacen antes del embarazo para mejorar las reservas de hierro.

**Financiamiento.** El presente trabajo fue financiado por el Comité para el Desarrollo de la Investigación (CODI), de la Universidad de Antioquia (Convocatoria Programática Salud 2012-2013), por el grupo de Investigación Epidemiología de la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de

Antioquia y por la Empresa Social del Estado ESE Metrosalud de la Ciudad de Medellín, Colombia.

## REFERENCIAS

1. National Committee of Hematology, Oncology and Transfusion Medicine and National Committee of Nutrition. Iron deficiency and iron deficiency anemia. Guideline for prevention, diagnosis and treatment. Arch Argent Pediatr. 2017; 115: 68-82.
2. Ramírez R, González K, Correa JE, Martínez J, Meneses JF, Rincón D. Ferritin levels in pregnant Colombian women. Nutr Hosp. 2015; 31: 793-797.
3. FAO, FIDA, OMS, PMA, UNICEF. The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems to promote affordable and healthy diets. www.fao.org/publications/es
4. Development Initiative Poverty Research Ltd. World Nutrition Report 2020. <https://globalnutritionreport.org/reports/2020-global-nutrition-report/>
5. Ministry of health and social protection, Colombian Institute of Family Welfare - ICBF. National Survey of the Nutritional Situation - ENSIN 2015. 2020. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/libroensin-2015.pdf>
6. World Health Organization. Serum ferritin concentrations for the assessment of iron status and iron deficiency in populations. 2011. [https://www.who.int/vmnis/indicators/serum\\_ferritin.pdf](https://www.who.int/vmnis/indicators/serum_ferritin.pdf)
7. World Health Organization. Serum ferritin concentrations for the assessment of iron status in individuals and populations: technical brief. 2020. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/337666>
8. Milman N. Physiopathology and impact of iron deficiency and anemia in the pregnant women and newborn/infant. Rev Peru Ginecol Obstet. 2012; 58: 293-312.
9. Auerbach M, Abernathy J, Juul S, Short V, Derman R. Prevalence of iron deficiency in first trimester, nonanemic pregnant women. J Matern Fetal Neonatal Med. 2019; 34: 1002-1004.
10. Auerbach M. Commentary: Iron deficiency of pregnancy-a new approach involving intravenous iron. Reprod Health. 2018; 15: 109-115.
11. Breyman C, Auerbach M. Iron deficiency in gynecology and obstetrics: Clinical implications and management. Hematology. 2017; 1: 152-159.
12. Iqbal S, Ekmekcioglu C. Maternal and neonatal outcomes related to iron supplementation or iron status: A summary of meta-analyses. J Matern Fetal Neonatal Med. 2019; 32: 1528-1540.
13. Kemppinen L, Mattila M, Ekholm E, Pallasmaa N, Törmä A, Varakas L, et al. Gestational iron deficiency anemia is associated with preterm birth, fetal growth restriction, and postpartum infections. J Perinat Med. 2021; 49: 431-438.
14. Ndukwu GU, Dienye PO. Prevalence and socio-demographic factors associated with anaemia in pregnancy in a primary health centre in Rivers State, Nigeria. Afr J Prim Health Care Fam Med. 2012; 4: 1-7.
15. Kangalil M, Sahinler A, Kirkbir LIB, Özçelik AÖ. Associations of maternal characteristics and dietary factors with anemia and iron-deficiency in pregnancy. J Gynecol Obstet Hum Reprod. 2021; 50: 102-137.
16. Bencaiova C, Burkhardt T, Breyman C. Anemia - prevalence and risk factors in pregnancy. Eur J Intern Med. 2012; 23: 529-533.

17. Demétrio F, Teles CA, Santos DB. Food insecurity, prenatal care and other anemia determinants in pregnant women from the NISAMI cohort, Brazil: Hierarchical model concept. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2017; 39: 384-396.
18. Fischer NC, Shamah T, Mundo V, Méndez I, Pérez R. Household food insecurity is associated with anemia in adult Mexican women of reproductive age. *J Nutr.* 2014; 144: 2066-2072.
19. Scholing JM, Olthof MR, Jonker FA, Vrijkotte TG. Association between pre-pregnancy weight status and maternal micronutrient status in early pregnancy. *Public Health Nutr.* 2018; 21: 2046-2055.
20. Casanova BF, Sammel MD, Macones GA. Development of a clinical prediction rule for iron deficiency anemia in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol.* 2005; 193: 460-466.
21. VandenBroek. Iron status in pregnant women: which measurements are valid? *Br J Haematol.* 1998; 103: 817-824.
22. World Health Organization. Hemoglobin levels to diagnose anemia and assess its severity. 2011. [https://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin\\_es.pdf](https://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf)
23. World Health Organization. C-reactive protein concentrations as a marker of inflammation or infection for interpreting biomarkers of micronutrient status. 2014. [https://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/indicators\\_c-reactive\\_protein/en/](https://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/indicators_c-reactive_protein/en/)
24. DNP National Planning Department of Colombia. CONPES Social 117 of 2008: Updating of the criteria for the determination, identification and selection of beneficiaries of social programs. <https://www.sisben.gov.co/Paginas/documentos-conpes.aspx>
25. FAO, ELCSA Scientific Committee. Latin American and Caribbean food safety scale (ELCSA): use and application manual. Roma, Italia. 2012; 17.
26. Atalah E, Castillo C, Castro R, Aldea A. Proposal of a new standard for the nutritional assessment of pregnant women. *Rev Méd Chile.* 1997; 125: 1429-1436.
27. Moradi S, Arghavani H, Issah A, Mohammadi H, Mirzaei K. Food insecurity and anaemia risk: A systematic review and meta-analysis. *Public Health Nutr.* 2018; 21: 3067-3079.
28. Loy SL, Lim LM, Chan SY, Tan PT, Chee YL, Quah PL, et al. Iron status and risk factors of iron deficiency among pregnant women in Singapore: A cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2019; 19: 397-407.
29. Dos Santos MTL, De Mendonça KM, Pinheiro IMP, De Sousa EFDS, Szarfarc SC, et al. Anemia and iron deficiency in primigent parturients in a municipality of Brazilian west Amazon. *Medicine (Baltimore).* 2020; 99: 1-7.
30. Méndez RO, Pacheco B, Noriega H, Quihui L, Morales G, Valencia J ME. Prevalence of iron deficiency and iron deficiency anemia in pregnant adolescents from Northwest Mexico, 2007-2008. *Arch Latinoam Nutr.* 2009; 59: 147-151.
31. Khambalia AZ, Collins CE, Roberts CL, Morris JM, Powell KL, Tasevski V, et al. Iron deficiency in early pregnancy using serum ferritin and soluble transferrin receptor concentrations are associated with pregnancy and birth outcomes. *Eur J Clin Nutr.* 2016; 70: 358-363.
32. Gomes A, Vargas S, Clode N, M Graça L. Prevalence and risk factors for iron deficiency anemia and iron depletion during pregnancy: A prospective study. *Acta Med Port.* 2016; 29: 514-518.
33. Rasmussen K. Is there a causal relationship between iron deficiency or iron-deficiency anemia and weight at birth, length of gestation and perinatal mortality? *J Nutr.* 2001; 13: 590S-603S.
34. Jones AD, Zhao G, Jiang YP, Zhou M, Xu G, Kaciroti N, et al. Maternal obesity during pregnancy is negatively associated with maternal and neonatal iron status. *Eur J Clin Nutr.* 2016; 70: 918-924.
35. Garcia L, Campoy C, Hayes H, Florido J, Rusanova I, Miranda MT, et al. The impact of maternal obesity on iron status, placental transferrin receptor expression and hepcidin expression in human pregnancy. *Int J Obes.* 2015; 39: 571-578.
36. McCarthy EK, Kenny LC, Hourihane JOB, Irvine AD, Murray DM, Kiely ME. Impact of maternal, antenatal and birth-associated factors on iron stores at birth: Data from a prospective maternal-infant birth cohort. *Eur J Clin Nutr.* 2017; 71: 782-787.
37. Parra BE, Restrepo SL, Manjarrés LM, Mancilla LP. Biochemical indicators of maternal iron in the third trimester of pregnancy and their relation with maternal anthropometry and neonatal weight. *IATREIA.* 2009; 22: 16-26.
38. Cepeda AC, Melse A, Zimmermann MB, Herter I. In overweight and obese women, dietary iron absorption is reduced and the enhancement of iron absorption by ascorbic acid is one-half that in normal-weight women. *Am J Clin Nutr.* 2015; 102: 1389-1397.
39. Mujica MF, Brito A, Romaña DL, Pizarro F, Olivares M. Body mass index, iron absorption and iron status in childbearing age women. *J Trace Elem Med Biol.* 2015; 30: 215-219.
40. Flynn AC, Begum S, White SL, Dalrymple K, Gill C, Alwan NA, et al. Relationships between maternal obesity and maternal and neonatal iron status. *Nutrients.* 2018; 10: 1000-1010.
41. Ahmed F, Al-Sumaie MA. Risk factors associated with anemia and iron deficiency among Kuwaiti pregnant women. *Int J Food Sci Nutr.* 2011; 62: 585-592.
42. Gómez I, Rosales S, Agreda L, Castillo A, Alarcón E, Gutiérrez C. Hemoglobine level and prevalence of anemia in pregnant women by socio-demographic and antenatal characteristics. 2014; 18: 1-6.
43. Grum T, Brhane E, Hintsä S, Kahsay G. Magnitude and factors associated with anemia among pregnant women attending antenatal care in public health centers in central zone of Tigray region, northern Ethiopia: a cross sectional study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2018; 18: 433-440.
44. Barón MA, Solano L, Peña E, Sánche A, Del Rea S. State of iron stores in early pregnancy. *Investig Clínica.* 2005; 46: 121-130.
45. Martí A, Peña G, Comunian G, Muñoz S. Prevalence of anemia during pregnancy: Results of Valencia (Venezuela) anemia during pregnancy study. *Arch Latinoam Nutr.* 2002; 52: 5-11.
46. Park CY, Eicher HA. Iron deficiency is associated with food insecurity in pregnant females in the United States: National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2010. *J Acad Nutr Diet.* 2014; 114: 1967-1973.
47. Peña JP, De-Regil LM, García MN, Dowswell T. Daily oral iron supplementation during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015; 22.
48. World Health Organization. Guideline: Daily iron and folic acid supplementation in pregnant women. 2012. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77770/9789241501996\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77770/9789241501996_eng.pdf)
49. Ministry of Health and Social Protection of Colombia. Clinical Practice Guidelines for the prevention, early detection and treatment of complications of pregnancy, childbirth or the puerperium. 2013. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/>

BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IETS/G.Corta.Embarazo.y.parto.  
Prof.Salud.2013%20(1).pdf

50. Escudero LS, Parra BE, Herrera J, Restrepo SL, Zapata N. Nutritional status of iron in pregnant teenagers: Medellín, Colombia. *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2014; 32: 71-79.
51. Ministry of Health and Social Protection of Colombia. National strategy for the prevention and control of micronutrient deficiencies in Colombia 2014-2021. 2015. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Estrategia-nacional-prevencion-control-deficiencia-micronutrientes.pdf>

52. Ministry of health and social protection. Analysis of the regulatory impact on prevention and control of micronutrient deficiencies in Colombia. <https://www.minsalud.gov.co/Normativa/Documents/AIN-Deficiencia%20de%20micronutrientes%20.pdf>