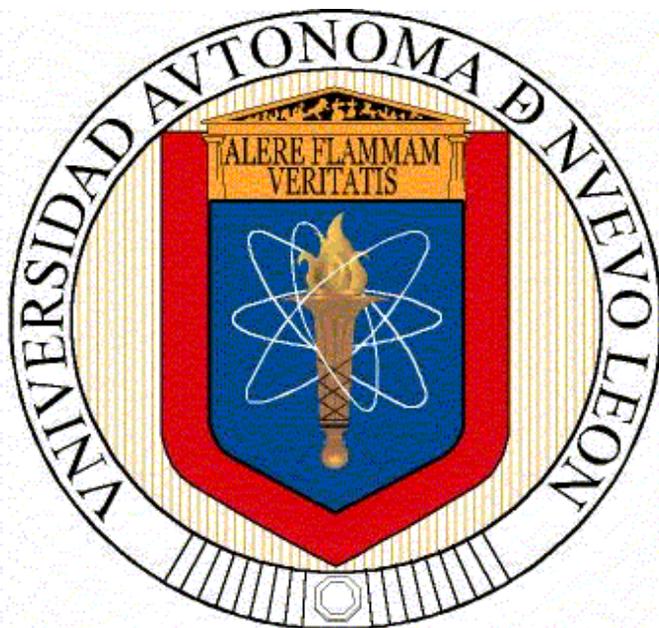


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**



**TESIS**

**OBESIDAD, RESERVAS DE HIERRO, E INGESTA  
DIETÉTICA DE HIERRO EN MUJERES UNIVERSITARIAS**

**PRESENTA**

**NANCY EDITH MARTÍNEZ GARZA**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NUTRICIÓN**

**MONTERREY, NUEVO LEÓN JUNIO DE 2014**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**



**TESIS**

**OBESIDAD, RESERVAS DE HIERRO, E INGESTA  
DIETÉTICA DE HIERRO EN MUJERES UNIVERSITARIAS**

**PRESENTA**

**NANCY EDITH MARTÍNEZ GARZA**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NUTRICIÓN**

**MONTERREY, NUEVO LEON JUNIO DEL 2014**



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FaSPyN

Facultad de Salud Pública y Nutrición

## COMITÉ DE EVALUACIÓN DE TESIS

El Comité de Evaluación de Tesis **APROBÓ** la Tesis Titulada: “**Obesidad, reservas de hierro e ingesta dietética de hierro en mujeres universitarias**”, presentada por la Lic. Nut. Nancy Edith Martínez Garza, con la finalidad de obtener el grado de Maestro en Ciencias en Nutrición.

Monterrey, Nuevo León, junio 2 de 2014.

Ph.D. ELIZABETH SOLÍS PÉREZ, NC.  
PRESIDENTE

M.Sc. ALEXANDRA TIJERINA SÁENZ  
SECRETARIO

DR. GUILLERMO JACOBO BACA  
VOCAL

Avenida Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria  
Col. Mitras Centro, C.P. 64460  
Monterrey, Nuevo León; México  
Tel: (81) 13 40 48 90 y 83 48 60 80 (en fax)  
www.faspyn.uanl.mx ; faspyn@uanl.mx





**UANL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



**FaSPyN**

Facultad de Salud Pública y Nutrición

5 de junio de 2014

**DR. ESTEBAN GILBERTO RAMOS PEÑA  
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y POSGRADO**

**PRESENTE.-**

Me permito comunicar a usted que se han atendido las recomendaciones realizadas por el Comité de Evaluación de Tesis titulada "Obesidad, reservas de hierro e ingesta dietética de hierro en mujeres universitarias" presentada por LN. Nancy Edith Martínez Garza, con la finalidad de obtener el grado de Maestría en Ciencias en Nutrición.

Agradeciendo su consideración a la presente, quedo a sus órdenes.

Atentamente,

**M.C. ALEXANDRA TIJERINA SAENZ  
DIRECTOR DE TESIS**

Avenida Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria  
Col. Mitras Centro, C.P. 64460  
Monterrey, Nuevo León, México  
Tel:(81) 13 40 48 90 y 83 48 60 80 (en fax)  
www.faspyn.uanl.mx ; faspyn@uanl.mx



## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por estar siempre a mi lado, guiarme y acompañarme a lo largo de mi vida, por darme el mejor regalo mi princesita, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por ser mi amigo y sobre todo por la felicidad.

A mi familia por ser mi razón de vida. A mi hija Nancy mi regalo más lindo, por ser mi fortaleza, mi alegría y por todo su amor y travesuras que hacen que mis días sean hermosos, espero que te sientas orgullosa de tu mami. A mi esposo Edgar por apoyarme en esta decisión tan importante para mi, por ser mi compañero y amigo, por darme su mano para levantarme y poder caminar en cada tropiezo. Los Amo.

A mis padres Alicia y Juan por estar siempre conmigo, por apoyarme en las buenas y en las malas, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la educación en el transcurso de mi vida. A mi madre por hacer de mi vida una mejor persona a través de sus esfuerzos y consejos. A mi padre por todos sus cuidados y enseñanzas. Sobre todo por su amor.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida. A Juan por ser mi amigo de juegos y travesuras como cómplices. A Karenny por ser mi hermanita consentida que siempre ha estado a mi lado y a pesar de la diferencia de edades es mi amiga. Ambos han llenado mi vida de alegría y amor.

A mis abuelitos paternos y maternos que gracias a Dios tengo conmigo, por estar presentes en mi vida y por creer en mí.

A mi familia política por su apoyo moral, por sus consejos positivos y por todo su apoyo y comprensión.

A mis amigas por sus palabras de aliento para continuar con esta etapa de mi vida. A Debbie por confiar en mi, por apoyarme en todos los momentos, por ser mi amiga y por compartir juntas con Ninfa, Martha y Joselina esta etapa de preparación, por su apoyo, comprensión y sobre todo su amistad.

A la M.Sc. Alexandra Tijerina Sáenz, Directora de Tesis y amiga, por haberme dado la oportunidad de desarrollar esta tesis, por compartir sus conocimientos, por toda su confianza, dedicación, paciencia y apoyo que me ha brindado durante este periodo.

A la Dra. Elizabeth Solís Pérez, por su asesoría, recomendaciones y todo su apoyo durante la presente investigación. Al Dr. Guillermo Jacobo Baca por sus sugerencias e interés en el presente trabajo. Gracias por formar parte del Comité de Tesis.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León y la Facultad de Salud Pública y Nutrición por el apoyo económico para la realización de mis estudios.

Al Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública, Laboratorio de Bioquímica Nutricional, Laboratorio de Composición Corporal y Laboratorio de Salud Ambiental, así mismo a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por el apoyo para el desarrollo del presente estudio y por permitirme el uso de su equipo e instalaciones.

A mis profesores: M.Sc. Alexandra Tijerina, Dr. Manuel Cabanillas, Dra. Blanca Gonzalez, Dra. Elizabeth Solis, Dr. Erick Ramirez, Dr. Eduardo Campos y Dr. Zacarias Jimenéz por compartirme sus conocimientos, confianza, apoyo y dedicación.

Agradezco sinceramente a nuestro equipo de trabajo por formar parte de la presente investigación. Al MSP. Adbel Zaid Martínez Báez por todo su apoyo, conocimiento y amistad. A la Técnica Laboratorista Wendy Daniela Cuevas López por su participación y amistad. A las pasantes Patricia Morales y Lucero Coronado, así como a las estudiantes Jessica Rodríguez, Linda Romero, Ana Castro, Laura Díaz y Nina Vicencio becarias del Laboratorio de Bioquímica Nutricional por ser parte del desarrollo de la presente investigación. Juntas con la directora de tesis y la ayuda del MSP. Adbel logramos concluir el presente trabajo.

Y agradecemos a cada una de las personas que participaron y formaron parte de esta investigación y que colaboraron para que se realizara.

## DEDICATORIA

Con todo mi cariño para mis amores Nancy y Edgar que sacrificaron su tiempo para que yo pudiera cumplir con mis metas. A ti mi amor por toda tu comprensión, paciencia, amor, por tu apoyo moral y económico. A ustedes que me inspiraron a ser mejor para ti mi princesa, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti. Gracias por existir y por todo su amor y cariño.

A mis padres y hermanos que gracias a Dios tengo. Ustedes me dieron la madurez y la fuerza para lograr todos los objetivos que me he propuesto en la vida.

Es para ustedes ésta tesis en agradecimiento por todo su amor, hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón, amor y mi agradecimiento.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. RESUMEN</b> .....	17
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	18
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	20
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	21
4.1. Objetivo General .....	21
4.2. Objetivos Específicos .....	21
<b>5. ANTECEDENTES</b> .....	22
5.1. Delimitación del problema .....	22
5.2. Panorama epidemiológico del sobrepeso y obesidad en mujeres en edad fértil .....	23
5.3. Reservas de hierro en mujeres en mujeres en edad fértil .....	26
5.3.1. Obesidad y reservas de hierro en mujeres .....	27
5.3.2. Hierro, reservas de hierro y anemia ferropénica .....	27
5.4. Metabolismo de hierro .....	30
5.5. Indicadores bioquímicos para evaluar reservas corporales de hierro .....	32
5.6. Depósitos de hierro .....	35
5.7. Biodisponibilidad dietética de hierro .....	39
5.7.1. Métodos para evaluar la ingesta dietética de hierro .....	39
<b>6. MÉTODOS</b> .....	41
6.1. Diseño del estudio .....	41
6.1.1. Tipo de estudio .....	41
6.1.2. Definición del universo .....	41
6.1.3. Tamaño de la muestra .....	41
6.1.4. Definición de las unidades de observación .....	42
6.1.5. Criterios de inclusión .....	42
6.1.6. Criterios de exclusión y eliminación .....	42

6.1.7. Definición de variables y unidades de medida .....	43
6.1.8. Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.....	44
6.1.8.1. Invitación y reclutamiento de las participantes.....	44
6.1.8.2. Características socio demográficas de las participantes.....	44
6.1.8.3. Evualuación Clínica y Dietética .....	44
6.1.8.4. Evaluacion antropométrica y obtención de muestras de sangre .....	45
6.1.8.5. Evaluaciones Bioquímicas .....	47
6.1.8.5.1. Determinación de Hemoglobina y Hematocrito .....	47
6.1.8.5.2. Determinación de Ferritina .....	48
6.1.8.5.3. Determinación de Transferrina.....	50
6.2.8.6. Clasificación de etapas de depleción de hierro.....	52
6.2.8.7. Prueba Piloto.....	52
6.2.8.8. Determinación del plan de procesamiento y presentación de la información.....	53
6.2.8.8.1. Análisis estadístico.....	53
6.2.8.8.2. Aspectos éticos .....	53
<b>7. RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
7.1. Características de las participantes .....	54
7.2. Características clinicas de la poblacion de estudio .....	56
7.3. Resultados de evaluación antropométrica y bioquímica .....	58
7.4. Resultados de evaluación dietética.....	60
7.5. Resultados de la estimacion de riesgo de las etapas de depleción de hierro.....	63
<b>8. DISCUSIÓN .....</b>	<b>67</b>
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>10. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>75</b>
<b>11. ANEXOS.....</b>	<b>83</b>
ANEXO 1. Alimentos que aportan hierro .....	83
ANEXO 2. Cuestionario de criterios.....	86

ANEXO 3. Hoja de registro .....	87
ANEXO 4. Ficha antropométrica.....	88
ANEXO 5. Ficha bioquímica .....	88
ANEXO 6. Historia clínica nutricional.....	89
ANEXO 7. Cuestionario de frecuencia de consumo .....	93
ANEXO 8. Diario de registro de alimentos.....	97
ANEXO 9. Consentimiento informado.....	98

## TABLAS

I. Clasificación Internacional de estado nutricional de adulto según Índice de masa corporal .....	24
II. Indicadores bioquímicos normales y alterados en las etapas de depleción de hierro.....	34
III. Promotores e inhibidores de la absorción del hierro no heme .....	37
IV. Definición de variables y unidades de medida.....	43
V. Clasificación de porcentaje de grasa corporal de mujeres .....	46
VI. Volumen de patrón, muestra de plasma, reactivo de trabajo y solución salina para la técnica de ferritina .....	48
VII. Concentraciones de ferritina para la curva de calibración .....	49
VIII. Volumen de calibrador, muestra y reactivo de trabajo para técnica de transferrina .....	50
IX. Concentraciones de transferrina para curva de calibración.....	51
X. Participantes procedentes de las Facultades de la Universidad Autónoma de Nuevo León.....	55
XI. Características generales de las participantes según el índice de masa corporal.....	56
XII. Frecuencias de las características generales de las participantes según el índice de masa corporal.....	57
XIII. Mediana de indicadores antropométricos y bioquímicos según el índice de masa corporal .....	59
XIV. Frecuencia y porcentaje de mujeres con diferentes etapas de depleción de hierro por grupo de estudio .....	59
XV. Ingesta dietética de hierro y promotores e inhibidores de absorción de hierro por grupo de estudio .....	60
XVI. Estimación de riesgo de las etapas de depleción de hierro, según el IMC en mujeres universitarias .....	63

XVII. Estimación de riesgo de las etapas de depleción de hierro, según la ingesta dietética de hierro de las mujeres universitarias.....	65
XVIII. Estimación de riesgo de las etapas de depleción de hierro, según el porcentaje de grasa corporal de las mujeres universitarias .....	66

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
1. Valores de corte de los indicadores bioquímicos de las etapas de agotamiento de las reservas de hierro .....	30
2. Metabolismo de hierro en la mujer .....	31
3. Curva de calibración de ferritina .....	49
4. Curva de calibración de transferrina .....	51
5. Invitación, selección y reclutamiento de participantes para el estudio .....	54
6. Frecuencia de ingesta dietética de hierro evaluado por el cuestionario de frecuencia de alimentos y el diario de registro dietético en los grupos estudiados.....	61
7. Frecuencia de ingesta dietética de promotores de absorción de hierro no heme evaluado por el diario de registro dietético en los grupos estudiados.....	62
8. Frecuencia de ingesta dietética de inhibidores de absorción de hierro no heme evaluado por el diario de registro dietético en los grupos estudiados.....	62

## NOMENCLATURA

<b>A25</b>	<b>Autoanalizador 25</b>
<b>cm</b>	<b>Centímetro</b>
<b>d</b>	<b>Precisión con que se desea estimar el parámetro</b>
<b>DMT1</b>	<b>Metales divalentes - 1</b>
<b>EDTA</b>	<b>Ácido etilendiaminotetraacético</b>
<b>ENSANUT</b>	<b>Encuesta Nacional de Salud y Nutrición</b>
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	<b>Forma férrica</b>
<b>g</b>	<b>Gramos</b>
<b>IMC</b>	<b>Índice de Masa Corporal</b>
<b>INCMNSZ</b>	<b>Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición Salvador</b>
	<b>Zubirán</b>
<b>Kcal</b>	<b>Kilocalorías</b>
<b>kg</b>	<b>Kilogramos</b>
<b>dL</b>	<b>Decilitro</b>
<b>m</b>	<b>Metros</b>
<b>µg/dl</b>	<b>Microgramo/decilitro</b>
<b>µg/L</b>	<b>Microgramo/litro</b>
<b>mg</b>	<b>Miligramos</b>
<b>mg/d</b>	<b>Miligramos/día</b>
<b>mg/dl</b>	<b>Miligramos/decilitro</b>

<b>N</b>	<b>Tamaño de la población</b>
<b>OMS</b>	<b>Organización Mundial de la Salud</b>
<b>OR</b>	<b>Odds ratio= Razón de momios</b>
<b>p</b>	<b>Prevalencia</b>
<b><i>p</i></b>	<b>Significancia estadística</b>
<b>q</b>	<b>Proporción restante de la prevalencia</b>
<b>r</b>	<b>Relación</b>
<b>UANL</b>	<b>Universidad Autónoma de Nuevo León</b>
<b>USA</b>	<b>Estados Unidos de América</b>
<b>UV</b>	<b>Ultra Violeta</b>
<b>z</b>	<b>Distribución normal estandarizada</b>

## 1.RESUMEN

**Introducción:** Las mujeres en edad fértil son un grupo vulnerable de deficiencias de hierro debido a las pérdidas fisiológicas de hierro durante la menstruación, alrededor de 0.7 mg/día, aunado a esto la ingesta dietética de hierro inadecuada. Según la ENSANUT (2012) en el norte de México se encontró que las mujeres en edad fértil tienen alrededor del 11.6% de anemia ferropénica y un 73% tienen obesidad. En pacientes con sobrepeso u obesidad es frecuente una depleción ferropénica debido a la deficiencia en la ingesta dietética de hierro. Pocos estudios han investigado la relación entre deficiencia de hierro, índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal e ingesta dietética de hierro en mujeres en edad fértil.

**Objetivo:** Determinar si existe una relación entre la obesidad, la ingesta dietética de hierro y las reservas corporales de hierro en mujeres estudiantes universitarias en edad fértil.

**Material y Métodos:** Estudio clínico, descriptivo, transversal y prospectivo, en mujeres estudiantes de la UANL (18–30 años). Se evaluaron los signos y síntomas clínicos de las mujeres así como su ingesta dietética por dos técnicas: cuestionario de frecuencia de alimentos y diario de registro dietético. El cuestionario de frecuencia de alimentos fue específico para determinar la ingesta de alimentos que aportan hierro con 125 alimentos. En el diario de registro dietético las participantes registraban su consumo de alimentos y bebidas a partir de su primer día de menstruación y durante 8 días consecutivos. Se programó la cita en el día  $20 \pm 2$  del ciclo menstrual de las participantes. Se evaluaron talla (estadímetro Seca), peso y % de grasa corporal (tanita BC-545); se calculó el IMC ( $\text{peso}/\text{talla}^2$ ) agrupando a las participantes de acuerdo a la OMS 2012; normopeso (IMC 18.5–24.9  $\text{kg}/\text{m}^2$ ), sobrepeso (IMC 25–29.9  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) y obesidad (IMC  $\geq 30$   $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Se obtuvo muestra de sangre en ayuno de 12 horas y se determinaron hemoglobina (Hemocue) y hematocrito (microcentrífuga Autocrit Ultra3), se obtuvo suero y plasma para determinar transferrina (Autoanalizador A25) y ferritina (Espectrofotómetro Evolution 300 UV), respectivamente.

**Resultados:** La muestra estudiada fue clasificada ( $n= 120$ ) en 3 grupos según el índice de masa corporal (IMC) de acuerdo a la OMS 2012. En relación a la ingesta dietética de hierro, se encontró una deficiencia en los tres grupos de participantes evaluado por ambas técnicas, (10.6 y 16.6 mg/d vs 18 mg/d recomendado para la población Mexicana). No se encontró diferencia significativa en la ingesta dietética de hierro entre los 3 grupos de participantes. Se halló una relación negativa entre la ingesta dietética de hierro evaluado por el cuestionario de frecuencia de alimentos y el porcentaje de grasa corporal de las participantes ( $r= -0.175$ ,  $p < 0.05$ ). En relación a la estimación de riesgo de presentar etapas de depleción de hierro (prueba de odds ratio (OR) o razón de momios), el índice de masa corporal no fue un factor de riesgo. La grasa corporal entre 31 y 40 % fue un factor de riesgo para presentar anemia por deficiencia de hierro, así mismo una ingesta dietética de hierro entre 11.41 y 14.20 mg/d.

**Conclusiones:** La ingesta dietética de hierro promedio es menor a la recomendación para la población Mexicana en los grupos de normopeso, sobrepeso y obesidad. Un porcentaje de grasa corporal entre 31 y 40 % fue un factor de riesgo para presentar anemia por deficiencia de hierro.

**Palabras clave:** Obesidad, anemia ferropénica, reservas corporales de hierro e Ingesta dietética de hierro.

## 1. INTRODUCCIÓN

En México y en el mundo existen problemas de mala nutrición entre los que se encuentran el sobrepeso y la obesidad los cuales tienen un papel relevante en la salud de las mujeres en edad fértil. El sobrepeso y la obesidad se deben principalmente a un desequilibrio energético entre las kilocalorías consumidas y las gastadas; y se refleja por el aumento en la ingesta de alimentos hipercalóricos: ricos en grasa, condimentos y azúcares simples, además de la escasa ingesta de micronutrientes, aunado a un estilo de vida sedentaria.

La mala nutrición impacta negativamente en la ingesta de vitaminas y minerales, que puede provocar deficiencias, entre éstas la de hierro, muy frecuente en mujeres en edad fértil con sobrepeso y obesidad. La alta prevalencia de esta deficiencia se debe a una ingesta dietética inadecuada de hierro que no compensa las pérdidas de este durante la menstruación. Esta deficiencia relacionada con la anemia ferropénica reduce la capacidad de trabajo y con repercusiones potencialmente graves en el desarrollo humano (Ramakrishnan y Semba. 2008).

Diversos estudios han evaluado la ingesta de hierro y las reservas de hierro en mujeres en edad fértil con obesidad y sin obesidad. Tal es el caso de Fricker et al, quienes en 1990 encontraron que la ingesta de hierro era significativamente más alta en la población con obesidad; por lo tanto las mujeres con obesidad durante la menstruación tenían un bajo riesgo de agotamiento de reservas de hierro. En cambio Menzie et al, en 2008 reportaron que la obesidad y la deficiencia de hierro no estaban asociadas con diferencias en el consumo de hierro heme y no heme o la ingesta de sustancias que pueden afectar la absorción de hierro.

En el año 2000 se reportó una coexistencia de anemia con el sobrepeso y obesidad (Pajuelo et al., 2000), de la misma manera en el 2007 un estudio

concluyó que en personas con obesidad existe deficiencia de hierro, lo cual puede ser explicado por el proceso de inflamación (Yanoff et al. 2007).

Las mujeres son unos de los grupos mayormente afectados nutricionalmente por la depleción de las reservas de hierro y las pérdidas fisiológicas de la menstruación. El sobrepeso y la obesidad son factores de riesgo que pueden predisponer a la mujer de presentar estas deficiencias, una mayor adiposidad predispone negativamente la absorción de hierro en la dieta.

Existe evidencia científica contradictoria realizada en población de mujeres, tanto en relación de la obesidad y reservas corporales de hierro como la relación de la ingesta dietética de hierro con las mismas.

Debido a lo antes mencionado se realizó el presente estudio en mujeres jóvenes mexicanas en edad fértil y aborda la obesidad relacionada con las reservas corporales de hierro y la ingesta dietética de hierro.

Con los resultados obtenidos de este estudio de investigación se quiere respaldar los programas de nutrición y suplementación dirigidos a este grupo poblacional en nuestro estado de Nuevo León y en nuestro país.

## **2. HIPOTESIS**

1. La obesidad y la baja ingesta dietética de hierro se relacionan con las bajas reservas corporales de hierro en mujeres estudiantes universitarias en edad fértil.

### **3. OBJETIVOS**

#### 4.1. Objetivo general

Determinar si existe una asociación entre la obesidad, la ingesta dietética de hierro y las reservas corporales de hierro en mujeres estudiantes universitarias en edad fértil.

#### 4.2. Objetivos Específicos

1. Evaluar el Índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal y realizar evaluación clínica de las participantes.

2. Determinar las reservas corporales de hierro de las participantes mediante los indicadores bioquímicos hemoglobina, hematocrito, ferritina y transferrina.

3. Calcular la ingesta dietética de hierro de las participantes mediante un diario de registro dietético de 8 días y el cuestionario de frecuencia de alimentos.

4. Evaluar si existe una relación de la obesidad y la ingesta dietética de hierro y las reservas corporales de hierro de las participantes.

## 4. ANTECEDENTES

### 5.1. Delimitación del problema

En México como en el mundo existe una diversidad de problemas nutricionales de la mujer entre los que se encuentra la obesidad y la anemia ferropénica. En las mujeres con sobrepeso u obesidad se presenta la coexistencia de un exceso en la ingesta de energía y una deficiencia en la ingesta de micronutrientes tales como el hierro. Esto puede deberse a la mala nutrición o por el aumento en los requerimientos del mismo micronutriente, principalmente por las pérdidas fisiológicas de hierro debido a la menstruación (Sánchez et al., 2004; Giménez S., 2004; Barraquera et al., 2001).

Existe evidencia científica contradictoria en relación a la obesidad y reservas corporales de hierro en mujeres en etapa de menstruación. Un estudio comprueba que la adiposidad corporal tiene un impacto negativo en la absorción de hierro y a la respuesta de suplementación del mismo. Sin embargo, otra investigación establece que las mujeres con obesidad tienen bajo riesgo de sufrir depleción de reservas corporales de hierro (Menzie et al., 2008; Pajuelo et al., 2000 y Fricker et al., 1990).

Por otra parte, se ha estudiado la relación de la obesidad y la ingesta dietética de hierro de las mujeres con sus reservas corporales de hierro, encontrando también resultados contradictorios. Un estudio reciente muestra que la ingesta dietética de hierro es similar en pacientes con obesidad y sin obesidad, concluyendo que la hipoferrremia de las mujeres con obesidad no se relaciona con la ingesta dietética de hierro y de otras sustancias que pueden promover o reducir su absorción (Menzie et al., 2008). Mientras que un estudio realizado por Fricker et al., en los años 90's, concluyó que las mujeres con

obesidad tenían una ingesta dietética de hierro mayor que las mujeres con peso normal gracias a su dieta hipocalórica, resultado que podría afectarse negativamente si existiera una dieta de restricción.

Por otra parte, no existe evidencia científica en México que haya determinado la relación de la obesidad, la ingesta dietética de hierro y las reservas corporales de hierro en mujeres en edad fértil.

## 5.2. Panorama epidemiológico del sobrepeso y obesidad en mujeres en etapa de menstruación.

En la actualidad México se encuentra en aumento de sobrepeso y obesidad el cual afecta a todas las personas sin importar edad, sexo y zona urbana o rural (ENSANUT, 2012).

El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. En términos antropométricos la obesidad es definida con un índice de masa corporal (IMC) mayor a 30. El IMC ( $\text{peso}/\text{talla}^2$ ) es la medida más útil del sobrepeso y obesidad en la población, igual para ambos sexos. Sin embargo es posible que el IMC no corresponda debido a que las personas tienen diferentes niveles de masa muscular y grasa corporal (OMS, 2012).

La obesidad se clasifica de acuerdo al IMC según la OMS en tres grados I, II o III (u obesidad mórbida) (Tabla I). Debido a esto se asocia a la obesidad con diversas enfermedades como la diabetes mellitus, hipertensión arterial, dislipidemias, infartos de miocardio, entre otras (Secretaría de Salud, 2010; OMS, 2003; Barraquera et al., 2001).

TABLA I

Clasificación Internacional de estado nutricional de adulto según IMC

Clasificación	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
Bajo peso	<18,5
Delgadez severa	<16
Delgadez moderada	16-16,99
Delgadez leve	17-18,49
Normal	18,5-24,49
Sobrepeso	≥25
Preobeso	25-29,99
Obeso	≥30
Obeso clase I	30-34,99
Obeso clase II	35-39,99
Obeso clase III	≥40

Adaptado por Martínez, Nancy E., de: (OMS, 2012)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera al sobrepeso y la obesidad como un problema de salud pública, por su prevalencia mundial y en México. Se estima que en el mundo hay más de 1,000 millones de personas con sobrepeso (OMS, 2005). En México de acuerdo a la (ENSANUT) en el año 2006 el 37.4% de las mujeres presentaba sobrepeso y el 34.5% obesidad (ENSANUT, 2006; Rivera et al, 2002). Sin embargo en la ENSANUT 2012 se reporta una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad del 73% para las mujeres y un 69.4% para los varones. En mujeres adultas se observa una prevalencia de obesidad abdominal de 82.8%. En nuestro país en la región norte se encontró una prevalencia de sobrepeso del 35.9% y un 37.2% de obesidad. La velocidad de incremento en el periodo 2006 a 2012 fue menor

(sobrepeso= 0.2% y obesidad 10.7%) comparado con el 2000-2006 (sobrepeso= 2.9% y obesidad= 24.7%) (ENSANUT, 2012).

La obesidad está relacionada con el tipo de alimentación, tanto en países desarrollados como los no desarrollados. Esta alimentación tiene como características el exceso en el consumo de grasas saturadas, azúcares simples y es deficiente en el consumo de polisacáridos complejos, por lo tanto es pobre en fibra dietética. Además en la obesidad es común la deficiencia en la ingesta de micronutrientes como son vitaminas y minerales, comúnmente la deficiencia en la ingesta de hierro que por consiguiente con lleva a una depleción ferropénica frecuente en mujeres con sobrepeso y obesidad (Pajuelo et al., 2000).

Una mayor adiposidad aumenta el riesgo de deficiencia de hierro. Niveles altos de hepcidina en la obesidad pueden reducir la absorción de hierro en la dieta (Young et al, 2009). Zimmermann et al., (2008) investigó la asociación entre el índice de masa corporal (IMC) y la absorción de hierro y la respuesta a la fortificación del mismo. Se encontró que en mujeres tailandesas, el 20% tenían deficiencia de hierro y 22% tenían sobrepeso. Un IMC más alto se asoció con una disminución de la absorción de hierro. Se concluyó que la adiposidad en mujeres jóvenes predice una menor absorción de hierro. Esto sugiere que el incremento actual de sobrepeso en los países en transición pueden poner en peligro los esfuerzos para controlar la deficiencia de hierro en estos grupos (Zimmermann et al., 2008).

La obesidad induce a una inflamación crónica la cual provoca alteraciones en la homeostasis del hierro, incluyendo hipoferremia, restricción del hierro para la eritropoyesis así como anemia leve y moderada (Greenberg y Obin., 2006). El estado inflamatorio crónico es producido cuando ocurre una hipertrofia de los adipocitos, los cuales producen una disminución del flujo sanguíneo postprandial y éste es un estímulo inflamatorio (Greenberg y Obin., 2006). Una mayor adiposidad aumenta el riesgo de deficiencia de hierro. La hepcidina es un polipeptido de respuesta a la fase aguda, ésta aumenta la inflamación

crónica y puede contribuir a una mayor prevalencia de deficiencia de hierro en poblaciones con sobrepeso y obesidad. (Ganz, 2005; Roy and Andrews, 2005).

### 5.3. Reservas de hierro en mujeres en edad fértil

La salud de la mujer es especialmente preocupante porque en muchas sociedades se encuentran en una situación de desventaja por la discriminación condicionada por factores socioculturales (OMS, 2009).

Las reservas de hierro en las mujeres son escasas y en algunas ocasiones nulas debido a las pérdidas menstruales, sumado a esto la ingesta dietética inadecuada de hierro (Gomis et al, 1998). Las pérdidas de hierro de las mujeres son alrededor de 0.7 mg/día, éstas a través de las heces, orina y sudor aunado a las pérdidas en el sangrado menstrual. El total de merma oscila alrededor de 1.2 a 2 mg/día. (Casanueva et al, 2008; Forrellat et al, 2000). El 60% de las reservas de hierro se encuentran en el hígado y el resto en el músculo principalmente en las células del sistema reticuloendotelial y en otros tipos celulares. La absorción del hierro puede ser condicionada por las reservas corporales de hierro, así como factores genéticos y ambientales los cuales también pueden modificar su biodisponibilidad (Gualdrón et al, 2006). Un ejemplo de estos factores genéticos es la enfermedad celiaca la cual es una intolerancia en la proteína denominada gluten que se encuentra en diversos cereales (trigo, cebada, centeno y avena). Esta se caracteriza por una alteración en el intestino delgado, con acortamiento en las vellosidades intestinales provocando una alteración de nutrientes entre estos el hierro, por lo tanto se desarrolla una anemia ferropénica (Baños, 2006).

El uso de anticonceptivos hormonales reducen la magnitud del sangrado menstrual, por lo tanto las mujeres que los utilizan tienen mayores reservas de hierro en comparación con las que no los usan (Casanueva et al, 2008).

### 5.3.1. Obesidad y reservas de hierro en mujeres

La depleción de hierro es significativamente más frecuente entre las personas con obesidad en comparación a las personas sin obesidad (Zekanowska et al, 2011; Tussing et al, 2010).

Diversos estudios consideran que el peso corporal es un factor relacionado con la deficiencia de hierro, por consiguiente es necesario valorarlos para conocer el estado de nutrición en mujeres en edad reproductiva.

Fricker et al, en 1990 estudió las reservas de hierro en mujeres 20 con obesidad y 20 sin obesidad. Se evaluaron la ingesta de hierro y los indicadores bioquímicos de hierro, hemoglobina, hematocrito y ferritina sérica los cuales se encontraron más altos en el grupo de las mujeres con obesidad. Se reportaron ingestas de hierro significativamente mayores en mujeres con obesidad. Además no hubo diferencias entre los grupos de mujeres en el ciclo menstrual. Este estudio sugiere que las mujeres con obesidad tienen un bajo riesgo de agotamiento de sus reservas corporales de hierro (Fricker et al, 1990).

Pajuelo et al, en 2000 reportó una coexistencia de anemia (hemoglobina menor a 12 mg/dL) con exceso nutricional (sobrepeso–obesidad). Mujeres entre 29 y 59 años de edad presentaron anemia; 28% en mujeres con sobrepeso y 24% en mujeres con obesidad.

### 5.3.2. Hierro, reservas de hierro y anemia ferropénica

El hierro es un componente esencial que se utiliza en el cuerpo para la producción de hemoglobina, el cual participa en el proceso de la entrega de oxígeno desde los pulmones a los tejidos del cuerpo (Muñoz et al, 2008). Este elemento está presente en enzimas las cuales participan en el mantenimiento

de la integridad celular como son las catalasas, oxigenasas y peroxidasas (Andrews et al, 1998).

En el organismo el hierro se encuentra formando parte de dos compartimentos el funcional y el de depósito. El hierro funcional está constituido por los numerosos compuestos como son la hemoglobina, la mioglobina, transferrina y las enzimas que requieren hierro tanto como cofactor como grupo prostético, como grupo heme o como forma iónica. (Hurrell and Egli, 2010; Hunt, 2002).

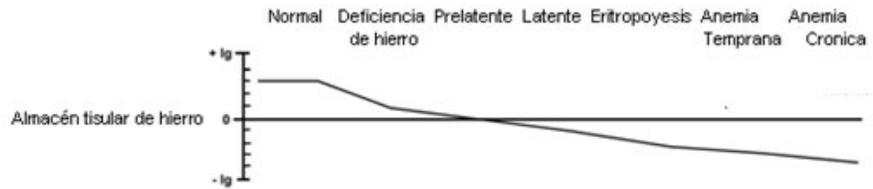
La cantidad de hierro presente en el organismo representa lo que se conoce como reservas de hierro. Las reservas corporales de hierro en el organismo están compuestas principalmente por la ferritina y la hemosiderina. Dos tercios consisten en ferritina, que es la fracción insoluble de las reservas de hierro no heme, y un tercio en forma soluble como hemosiderina. El transporte de hierro se lleva a cabo mediante la transferrina. El contenido total de hierro en la mujer es aproximadamente de 3.5 a 4 gramos (Elizondo et al, 2011; Forrellat et al, 2000).

Al agotarse las reservas de hierro, los niveles tanto de hierro como de hemoglobina disminuyen. Los cambios fisiológicos normales afectan la hemoglobina, proteína de hematíes que transporta oxígeno al organismo. Hematíes de menor tamaño se le denomina anemia microcítica la cual es producida por la médula ósea debido al déficit de hierro. Las causas de esta deficiencia están asociadas con pérdidas de sangre, una ingesta, absorción, almacenamiento o distribución de hierro inadecuado, o una pérdida excesiva de éste (Muñoz et al, 2008; Barba y Cabanillas, 2007).

Las hemorragias digestivas, internas y del tracto genitourinario son la etiología más frecuente de anemia en la mujer. La pérdida de sangre en las mujeres en edad reproductiva en el periodo de menstruación, además de menstruaciones abundantes son factores de riesgo a padecer este tipo de anemia (Carretero, 2010; Giménez, 2004).

En la Figura 1 se presentan las etapas de agotamiento de las reservas de hierro, así como sus puntos de corte, como se describe a continuación:

1. Depleción de hierro. Disminución gradual de las reservas de hierro, en esta etapa la transferrina y la hemoglobina son normales. Esta es identificada por la disminución de la ferritina sérica por debajo de 12 mg/L. No aparecen consecuencias negativas en la salud.
2. Eritropoyesis deficiente hierro. Se desarrolla cuando la cantidad de hierro suministrada a la médula ósea es insuficiente, las reservas están agotadas. Deficiencia de hierro aún sin anemia, identificada por incrementos en el receptor de transferrina y en la concentración de protoporfirina eritrocitaria, además de una disminución en la saturación de transferrina, la hemoglobina permanece normal.
3. Anemia por deficiencia de hierro. Las reservas de hierro se agotan, los niveles de hierro sérico se encuentran disminuidos, además de una reducción de la hemoglobina y el hematocrito y, consecutivamente, en el volumen corpuscular medio, e incremento en la anchura de eritrocitos (Elizondo et al., 2011; Díaz et al., 1997).



Ferritina sérica ( $\mu\text{g/l}$ )	60	20	<12	<12	<12	<12	<12
Hierro en los tejidos (0-4+)	2+	1+	0	0	0	0	0
Saturación de transferrina (%)	35	35	35	20	<16	<16	<16
Eritrocito protoporfirina ( $\mu\text{g/dL}$ )	30	30	30	75	>100	>100	>100
Hemoglobina (g/dL)	14	14	14	14	3	<12	<12
Volumen Corpuscular Medio ( $\mu^3$ )	90	90	90	90	88	86	<82
Concentración de hemoglobina corpuscular (%)	33	33	33	33	33	31	<28

FIGURA 1. Valores de corte de los indicadores bioquímicos de las etapas de agotamiento de las reservas de hierro.

#### 5.4. Metabolismo de hierro

El metabolismo de hierro corporal se lleva a cabo por un sistema regulador, el cual controla la absorción y movilización desde sus depósitos además de la recuperación del hierro usado en la médula ósea, por el elevado potencial redox al igual que su facilidad para promover la creación de otros compuestos (Forrellat et al, 2000) (Figura 2).

Los enterocitos duodenales producen la reducción de hierro de la dieta por el citocromo-b, después se penetra en la célula por medio de un transportador de metales divalentes-1 (DMT-1) (Zuñiga, Cabrera y Orera, 2002; Vulpe et al, 1999).

Posteriormente el hierro después de ser absorbido es transportado en el organismo por la transferrina hasta los lugares de depósito, donde se almacena en forma de ferritina y hemosiderina. Esta ferritina es localizada en la pared intestinal y en el hígado, el hierro de depósito encontrado es en forma férrica ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Si los depósitos férricos de la pared intestinal o del hígado se agotan, la

médula ósea estimulará la síntesis de los transportadores de hierro localizados en el intestino.

El hierro dentro de la célula se deposita en forma de ferritina y es liberado al plasma por la ferroportina, la cual es transportada por la transferrina. Los macrófagos reutilizan el hierro procedente de los eritrocitos (Muñoz et al, 2008).

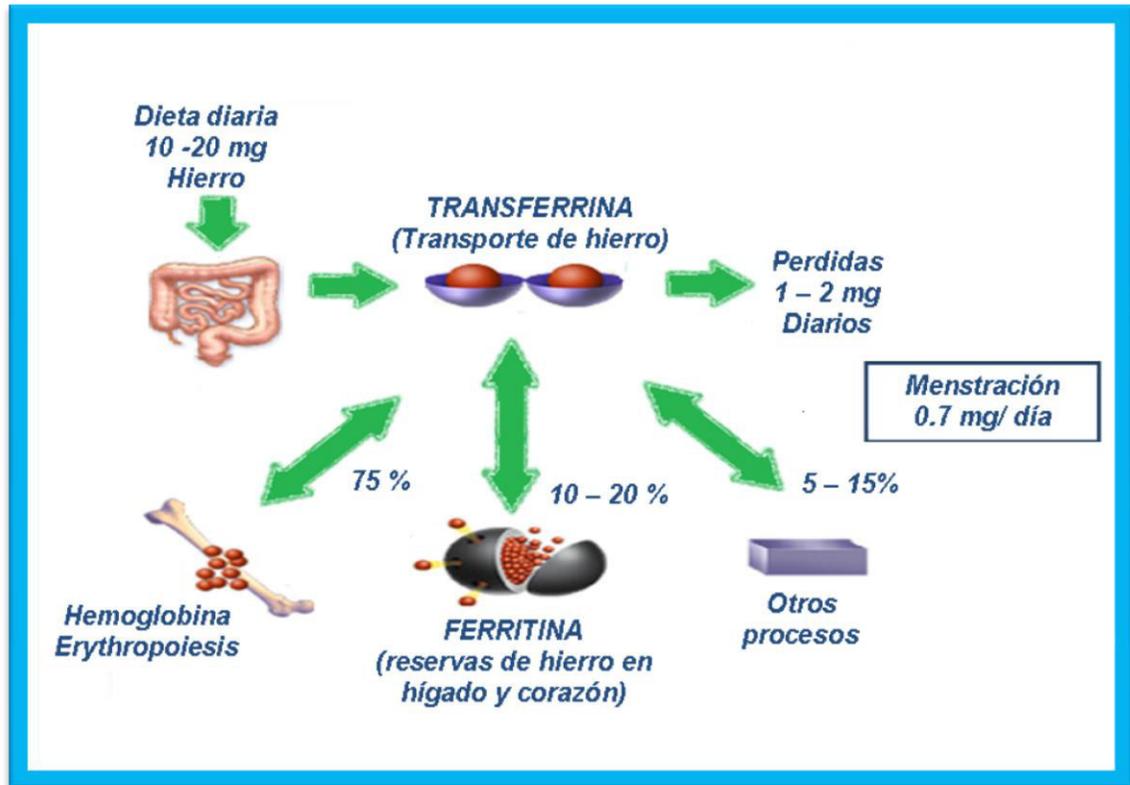


FIGURA 2. Metabolismo de hierro en la mujer.

La absorción de hierro varía de acuerdo al tipo del mismo ingerido en los alimentos (heme y no heme o inorgánico), además del estado de depósito corporal y de sus necesidades, así como la actividad eritropoyética y factores lumináres que interfieren en la absorción (Andrews et al, 1998, Andrews et al, 1999).

La apotransferrina permite el paso del hierro no heme al interior de la célula. Se absorbe en el intestino y es más eficiente su absorción en el duodeno y en la parte alta del yeyuno. El hierro inorgánico, por acción del ácido clorhídrico del

estómago, se convierte en la forma química soluble, ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), y es capaz de atravesar la membrana de la mucosa intestinal (Forrellat et al, 2000)

Por otra parte el hierro heme atraviesa la membrana celular con una metaloporfirina. La porción de hierro ingerido que se absorbe en la dieta es alrededor de 1 a 2 miligramos (mg). El hierro heme representa una porción pequeña de la dieta, sin embargo su absorción es mucho mayor (20-30%) (Forrellat et al, 2000).

La transferrina es una glicoproteína que interviene en el transporte de hierro y es sintetizada por el hígado. Su acción comienza tomando el hierro liberado por los macrófagos o el procedente de la mucosa intestinal.

El transportador de metales divalentes-1 (DMT1) es una proteína de membrana de una sola cadena que tiene 12 regiones transmembranas. Interviene en el transporte de hierro desde la luz intestinal al enterocito y en el resto de las células, además interviene al paso del endosoma al citoplasma (Andrews et al, 1999).

El hierro se almacena en el citoplasma unido a la ferritina, de manera que se consigue una doble función: detoxificación y disponibilidad inmediata de hierro intracelular.

La disponibilidad de hierro intracelular está controlada por las proteínas reguladoras de hierro: IRP-1 e IRP-2 que son represores traducionales de la síntesis del receptor de transferrina, DMT1 y de ferritina (Forrellat et al, 2000).

#### 5.5. Indicadores bioquímicos para evaluar reservas corporales de hierro.

La hemoglobina es el indicador que se utiliza para definir anemia, y se mide en gramos por litro (g/L). Las concentraciones de hemoglobina son más bajas en la tarde y la deshidratación y el tabaquismo aumentan los niveles de hemoglobina. Este indicador tiene una sensibilidad baja, su concentración no

disminuye hasta la etapa 3 anemia por deficiencia de hierro (Casanueva et al, 2008).

El hematocrito se mide en porcentaje (%), representa la proporción de eritrocitos en el total de la sangre. No debe utilizarse como único indicador para definir anemia, ya que depende del estado de hidratación del individuo (Casanueva et al, 2008).

La hemoglobina y el hematocrito son los últimos marcadores bioquímicos en alterarse en la anemia ferropénica. El porcentaje de saturación de transferrina es el marcador más sensible del estado de hierro comparado con los marcadores celulares (Casanueva et al, 2008).

La ferritina es una proteína especializada en el depósito de las reservas hierro corporal y es un indicador del estado nutricional el cual puede reflejar deficiencias, normalidad o exceso (Casanueva et al, 2008).

Hierro en suero, captación total de fijación y saturación de la transferrina, son indicadores que reflejan la calidad del transporte de hierro hacia los tejidos por lo tanto son útiles para detectar deficiencias a nivel de transporte. La saturación de transferrina tiene una mayor sensibilidad comparada con la hemoglobina y el hematocrito. El hierro en suero sufre variaciones diurnas, es más elevado en la mañana, por esta razón es conveniente hacer las determinaciones de hierro en suero en ayunas y en horario matutino (Casanueva et al, 2008).

TABLA II

Indicadores bioquímicos normales y alterados en las etapas de depleción de hierro.

Indicador bioquímico	Valores normales	Etapa 1 Depleción de hierro	Etapa 2 Eritropoyesis deficiente de hierro	Etapa 3 Anemia por deficiencia de hierro
Hemoglobina (g/dL)	12.0-16.0	Normal	Normal	Baja
Hematocrito (%)	37 – 47	Normal	Normal	Baja
TIBC (µg)	250-350	Aumentada	Aumentada	Muy aumentada
Ferritina (µg/L)	20 -200	Baja	Baja	Muy baja
Absorción de hierro (%)	5-10	Normal	Normal a alta	Alta
Hierro sérico (µg/dL)	25- 156	Normal o poco bajo	Bajo	Muy bajo
Saturación de Transferrina (%)	30-40	Normal o poco bajo	Muy bajo	Muy bajo
Transferrina (mg/dL)	200-360	Normal	Alta	Alta
Receptor de transferrina sérico (mg/L)	1.15-2.75	Normal	Alto	Alto
Protoporfirina eritrocitaria (µg/dL)	35	Normal	Alto	Alto
Eritrocitos (millones/mm <sup>3</sup> )	4.2 a 5.4	Normal	Normal	Microcitosis Hipocromía

Adaptado por Martínez, N. E. de: (Elizondo et al, 2011; Casanueva et al, 2008; González, 2006).

La transferrina sérica es una proteína sérica  $\beta$ -globulina, transportadora de hierro y sintetizada por el hígado. Tiene una vida media de ocho a 20 días y responde rápido a los cambios en el estado proteico. Las proteínas inhiben la absorción de hierro (Hurrell and Egli, 2010). La transferrina se unirá a su receptor en la membrana del eritroblasto. El receptor de transferrina dímero de glucoproteína, el cual es responsable de mediación para la captación celular y el ingreso del hierro unido a la transferrina, se localiza en casi todas las células (excepto en los eritrocitos maduros). El receptor de transferrina y la ferritina son importantes marcadores de los compartimentos del metabolismo de hierro (Rodak, 2004; Ritchie et al, 2004; Kaltwasser and Gottschalk, 1999). El receptor soluble de transferrina tiene como ventaja, evaluar el estado de hierro celular, por no alterarse en situaciones de enfermedad aguda o crónica. (Quintana and Salas, 2010).

## 5.6. Depósitos del hierro

El depósito de hierro se encuentra en los tejidos en dos formas:

- a) Ferritina como fracción difusa, soluble y móvil
- b) Hemosiderina como agregado insoluble

En ambas formas es muy similar en su naturaleza y puede permanecer secuestrado por largo tiempo o puede ser regresado a la parte funcional (Cuellar and Falabella, 2004).

La ferritina es una proteína especializada en el depósito de hierro que permite determinar las reservas de hierro corporal y es un indicador del estado nutricional el cual puede reflejar deficiencias, normalidad o exceso. Su forma de esfera ahuecada con una cavidad interna, constituye la parte proteica de apoferritina y forma la cubierta que protege al hierro que se encuentra en su

interior en el hígado, bazo, medula ósea y músculo esquelético. Además se ha identificado en muchos otros tejidos y en casi todas las células corporales incluyendo los leucocitos (Cuellar and Falabella, 2004).

La ferritina se altera en la primera etapa de la deficiencia de hierro, antes de presentar cambio en suero y en la capacidad total de fijación del hierro CFT (Casanueva et al, 2008; Finch et al, 1986). Por lo tanto la ferritina es un indicador muy sensible, sin embargo la ferritina se incrementa en condiciones asociadas con la inflamación en este caso la obesidad incluso en presencia del mineral (Yanoff et al, 2007; Fitzsimons and Brock, 2001). La CFT es un indicador que se encuentra aumentado en las anemias posthemorrágicas y ferropénicas (González, 2006). Este componente tiene como importancia fundamental la de mantener el almacén de hierro en los depósitos (Cuéllar y Falabella 2004).

Debido a que en pacientes con sobrepeso y obesidad el valor de la ferritina es normalmente elevado en respuesta a la inflamación, aún y en casos de deficiencias de hierro, es necesario incluir la determinación transferrina y del receptor de Transferrina, indicador que no se ve afectado por estas condiciones (McClung y Karl, 2009).

## 5.7. Biodisponibilidad dietética de hierro

Existen dos formas de hierro en la alimentación: hierro heme derivado de la hemoglobina y mioglobina de la carne, que es fácilmente absorbido como molécula intacta, y el hierro no-heme que proviene de las plantas, cuya absorción se ve afectada por la ingestión de muchos componentes alimentarios (Hurrell and Egli, 2010). Hay dos tipos de componentes promotores de la absorción los que facilitan la absorción del hierro no heme y los inhibidores de la absorción los cuales privan la absorción de hierro no heme (Thankachan et

al, 2008; Giménez S, 2004; Backstrand et al, 2002). En la Tabla III se muestran los componentes promotores e inhibidores de la absorción de hierro no heme.

TABLA III

Promotores e inhibidores de la absorción del hierro no heme.

Promotores de la absorción	Alimentos que la contienen	Inhibidores de la absorción	Alimentos que la contienen
Ácido ascórbico	Guayaba, piña, mango, naranja, toronja, fresa, zapote negro, pimiento, chiles secos y crudos, coliflor cruda, col	Taninos	Leguminosas (frijol, garbanzo, lentejas), cerveza oscura, vino tinto, café, bebidas de cola
Ácido málico y tartárico	Zanahoria , papa, betabel, calabaza, jitomate	Fitatos	Leguminosas, cereales integrales no procesados, chocolate, nueces
Péptidos (contienen cisteína en particular las carnes)	Res, pollo, cerdo, pescado	Polifenoles	Te negro, café, espinacas, orégano, nueces, leguminosas, vino tinto, especias.
Etanol	Vinos blanco y tinto, cerveza, bebidas añejadas en general.	Calcio	Leche y productos lácteos, tortillas de nixtamal.
Productos fermentados	Salsa de soya, col agria, tepache		

Adaptado por Martínez, N. E. de: Hurrell et al, 1999, Giménez, 2004; Fischer et al, 2005; Casanueva et al, 2008.

La biodisponibilidad del hierro en la dieta mixta es baja (de 15 a 18%) y en otros casos es aún más baja, donde su absorción llega a ser de 5 a 10% (Elizondo et al, 2011; Hurrell and Egli, 2010; Casanueva et al, 2008).

Las dietas con baja biodisponibilidad de hierro están basadas de modo exclusivo en el consumo de cereales (refinados y adicionados con lípidos), raíces y tubérculos. La ingesta de carnes, pescados, verduras y frutas frescas es insuficiente. Predominan alimentos como productos de maíz o trigo y leguminosas estos contienen sustancias que inhiben la absorción de hierro. Esta dieta es frecuente en la clase socioeconómica pobre en América Latina, en promedio se absorbe alrededor de un 5% de hierro heme y no heme (Casanueva et al, 2008).

La dieta con biodisponibilidad intermedia de hierro es un régimen elaborado a partir de cereales y leguminosas, escasa en alimentos de origen animal y pocas frutas frescas y verduras. Dieta común en la clase socioeconómica media y tiene un promedio de absorción de hierro heme y no heme de alrededor del 10% (Casanueva et al, 2008).

La dieta con alta biodisponibilidad de hierro es variada e incluye cereales, tubérculos, carne, pollo, pescado o alimentos ricos en vitamina A. No se caracteriza por su consumo de frutas y verduras. Es común en países desarrollados y en la clase socioeconómica alta. Este régimen tiene como promedio de absorción de hierro tanto heme como no heme de un 15% (Casanueva et al, 2008).

Las recomendaciones de ingesta de hierro diaria para mujeres mexicanas de 18 a 50 años es de 15 a 18 mg/día (FAO, 2001; Muñoz et al, 2008). Sin embargo; en deficiencia de hierro es necesario suplementar con una dosis de 30 mg/día de hierro elemental.

### 5.7.1. Métodos para evaluar la ingesta dietética de hierro

La evaluación dietética proporciona una estimación tanto cualitativa como cuantitativa de la ingesta de los alimentos, y se utiliza como una fuente complementaria de información para analizar los datos dietéticos. Los métodos utilizados para la evaluación dietética de hierro son el recordatorio de 24 horas, el diario de registro dietético, y el cuestionario de frecuencia de alimentos semicuantitativa.

Existen estudios que han utilizado estos métodos para evaluar la ingesta dietética de hierro. En Estados Unidos, Menzie et al., en 2008 estudió 207 personas con obesidad y 177 no obesos registrando sus alimentos y bebidas durante 7 días consecutivos. Los registros fueron revisados en persona con los participantes y las dietistas para tener una mejor precisión. Además se utilizó un segundo método un cuestionario de historia dietética el cual se utilizó para evaluar la dieta total en un año y, por lo tanto reflejar las diferencias estacionales en la ingesta de hierro y otras sustancias que se saben afectan la absorción del mismo. Este método es válido para la población según el Instituto Nacional de Cáncer. El estudio reportó que el hierro sérico fue menor en los individuos obesos en comparación con los no obesos. También se reportó que el consumo de los obesos fue mayor en proteína animal y hierro heme; sin embargo, informaron consumir menos vitamina C y menos calcio, lo cual disminuyó la absorción del hierro no heme de los sujetos no obesos. No existieron diferencias significativas en el consumo de otros factores dietéticos. La ingesta de grasa fue un factor significativamente negativo del hierro sérico (Menzie et al, 2008).

Pereira et al, en 2010 llevó a cabo un estudio en Brasil, aprobado por la Junta de Revisión Institucional del Instituto de Salud Colectiva de la Universidad

Federal de Río de Janeiro. La muestra examinada fueron mujeres ( $n = 112$ ) entre 20 y 40 años, a quienes se aplicaron dos métodos; el primero se basó en las variaciones entre sujetos respecto a la ingesta de energía y de nutrientes y el segundo se basó en la varianza entre sujetos sólo respecto a la ingesta de nutrientes. Los resultados obtenidos en base al número de días necesarios para la estimación de la ingesta de hierro fue de 8, 4, y 2 días con coeficiente de confianza de 0.9%, 0.8% y 0.7%, respectivamente. (Pereira et al, 2010).

Otro estudio más reciente en Nueva Zelanda en 2012 investigó la validez relativa y reproducibilidad de un cuestionario de frecuencia de alimentos de hierro (FeFFQ1), para lo cual se utilizaron 4 días de registro diario de alimentos (4DDR) para evaluar la validez y un segundo cuestionario de frecuencia alimentaria (FeFFQ2) realizado un mes después para evaluar la reproducibilidad. La muestra por conveniencia fue de 115 mujeres entre 18 y 44 años de edad. El cuestionario constaba de 144 alimentos de diferentes grupos clasificados en 16 categorías. Agrupados en función de hierro, vitamina C y calcio, debido a que estos nutrientes afectan su biodisponibilidad. A las participantes se les preguntó la frecuencia con la que consumieron cada uno de los alimentos durante el mes pasado. Las opciones de respuesta que daba era nunca, menos de una vez por mes, una a tres veces al mes, una vez por semana, dos o tres veces por semana, de cuatro a seis veces por semanas, una vez al día, dos a tres veces al día. En el análisis de las respuestas 1 mes se considera para igualar 4 semanas. Para el registro dietético las participantes recibieron instrucciones por una dietista. Los participantes pesaban todos los alimentos y bebidas, excepto cuando la situación no lo permitiera, por ejemplo cuando salían a comer. Los autores concluyeron que el cuestionario FeFFQ1 parece ser un método reproducible y válido relativamente para la identificación de patrones dietéticos, y podría ser utilizado para investigar la relación entre hábitos alimentarios y el estado del hierro (Beck et al, 2012).

## 6. MÉTODOS

### 6.1. Diseño del estudio

#### 6.1.1. Tipo de estudio

Estudio clínico, descriptivo, transversal y prospectivo con temporalidad de Septiembre de 2012 a Julio del 2013.

#### 6.1.2. Definición del universo

Se estudiaron mujeres universitarias en edad fértil.

#### 6.1.3. Tamaño de la muestra

Tomando en cuenta resultados encontrados en artículos de mujeres con sobrepeso u obesidad y con anemia y lo reportado por la ENSANUT 2012, se realizaron diferentes cálculos de tamaño de muestra y se decidió utilizar la muestra más grande para asegurar que el fenómeno estuviera presente. Se cálculo una muestra no probabilística por conveniencia de  $n= 157$  (Salinas et al, 2001).

$$\text{Proporción en una población} \quad n = \frac{z^2 pq}{d^2}$$

Donde:

$n$ = Tamaño de la población, número total de mujeres universitarias

$z$ = Valor de  $z$ , 1.96

$p$ = 11.6 % prevalencia de anemia

$q$ = 88.4% proporción restante de la prevalencia de anemia

$d$ = 5% precisión con que se desea estimar el parámetro

#### 6.1.4. Definición de las unidades de observación

Mujeres sanas en edad fértil de 18 y 30 años de edad, estudiantes de la Universidad Autónoma de Nuevo León, estado de Nuevo León.

#### 6.1.5. Criterios de inclusión

Para el presente estudio las participantes tomadas en cuenta fueron mujeres sanas en edad fértil entre 18 y 30 años de edad.

#### 6.1.6. Criterios de exclusión y eliminación

Fueron excluidas mujeres menores de 18 años y mayores de 30 años, mujeres con ciclos menstruales irregulares, embarazadas o nuligesta. Así mismo, se descartaron quienes tuvieron cirugías en el último año, presentaron enfermedades que alteran el ciclo menstrual, hemorragias tanto accidentales como gastrointestinales, igualmente quienes recibieron tratamiento de suplementación de hierro, aquéllas que recibieron transfusión o hayan donado sangre en los últimos 3 meses (Fricker et al, 1990) y quienes estén recibiendo tratamiento de radiación o quimioterapia. Además, serán excluidas aquéllas mujeres deportistas de alto rendimiento (ANEXO 2).

Fueron eliminadas del estudio las mujeres que presentaron embarazo durante el periodo de participación del proyecto y quienes desearon no participar más en el mismo.

6.1.7 Definición de variables y unidades de medida

TABLA IV

Definición de variables y unidades de medida

	<b>INDICADOR</b>	<b>TIPO</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>ESCALA DE MEDIDA</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>CLASIFICACION</b>	<b>FUENTE (Forma genérica)</b>
<b>OBESIDAD</b>	Peso	Independiente	Gramos de peso corporal	Razón	kg	Kilogramos de peso corporal.	Medición por báscula digital.
	Talla	Independiente	Estatura del cuerpo humano.	Razón	m	Altura en metros en verano e invierno.	Medición por estadímetro.
	Grasa corporal	Independiente	Porcentaje de grasa corporal	Razón	%	Porcentaje de grasa corporal	Medición por bascula digital
	IMC	Independiente	Relación peso – talla.	Razón	kg/m <sup>2</sup>	Kilogramos de peso corporal por altura al cuadrado.	Cálculo matemático en relación de peso – talla.
<b>RESERVAS DE HIERRO</b>	Hemoglobina	Dependiente	Proteína (glóbulos rojos en sangre)	Razón	mg/dL	Hemoglobina en sangre.	Medición bioquímica
	Hematocrito	Dependiente	Porcentaje de glóbulos rojos en un volumen de sangre.	Razón	%	Hematocrito.	Medición bioquímica
	Ferritina plasmatica	Dependiente	Proteína que almacena hierro.	Razón	µg/dL	Ferritina.	Medición bioquímica
	Transferrina sérica	Dependiente	Proteína que capta y transporta el hierro de la dieta.	Razón	mg/dL	Transferrina.	Medición bioquímica
<b>INGESTA DIETÉTICA DE HIERRO</b>	Diario de registro dietético y Cuestionario de frecuencia de alimentos	Independiente	Ingesta de hierro promedio al día.	Razón	mg/día	Ingesta de hierro	Medición dietética

### 6.1.8. Selección de fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.

#### 6.1.8.1. Invitación y reclutamiento de las participantes

Se realizó una convocatoria abierta a mujeres jóvenes mediante invitación personal con volantes en las diferentes facultades de la UANL. Además, se publicaron carteles por medio de la red social Facebook. Las interesadas se comunicaron por correo electrónico, teléfono o en forma personal. La selección de las participantes se realizó por medio de una sesión informativa, en la cual se les entrevistó personalmente y se les aplicó un cuestionario de criterios que permitió excluir a las mujeres que no cumplieran con los criterios del estudio descritos en la sección 6.1.5. Las mujeres que cumplieron con criterios y voluntarias a participar leyeron la información del proyecto y aclararon sus dudas, posteriormente firmaron el consentimiento informado de su participación en el estudio.

#### 6.1.8.2. Características socio demográficas de las participantes

Las participantes seleccionadas respondieron una hoja de registro realizado en el mismo día de la sesión informativa para obtener información socio-demográfica de las participantes (edad, grado de estudios, facultad de procedencia, ingresos, vivienda y lugar de procedencia) (ANEXO 3).

#### 6.1.8.3. *Evaluación Clínica y dietética*

Se evaluaron los signos y síntomas clínicos de las mujeres así como su ingesta dietética. La exploración física fue dirigida a observar la presencia de anemia, para analizar datos relevantes mediante el análisis de signos y síntomas clínicos. Esta se efectuó cuando se realizó la historia clínica nutricional para observar la existencia de palidez en las conjuntivas, estomatitis angular, glositis,

coiloniquia, pica entre otros indicados y registrados en la misma (ANEXO 6). En esta evaluación se registró el uso y dosis de medicamentos.

También se realizó una valoración nutricional de la ingesta de hierro utilizando los métodos de cuestionario de frecuencia de alimentos y un diario de registro dietético. El cuestionario de frecuencia de alimentos fue específico para determinar la ingesta de alimentos que aportan hierro con 125 alimentos (ANEXO 7). En el diario de registro dietético las participantes registraban su consumo de alimentos y bebidas a partir de su primer día de menstruación durante 8 días consecutivos incluso fines de semana para reducir sesgos de consumo ocasional de alimentos altos en Fe u otro micronutriente de acuerdo a Pereira et al., (2010) y Davis., (2011). Para precisar las cantidades ingeridas de los alimentos en ambos métodos se emplearon utensilios y registrando información en medidas caseras piezas y gramos.

Se utilizó el paquete computacional Food Processor® versión 10.11.0 (ESHA Research, USA) para contabilizar la ingesta de hierro y otros micronutrientes además de los macronutrientes de la dieta de las participantes.

#### *6.1.8.4. Evaluación antropométrica y obtención de muestras de sangre.*

Se programó la cita en el día  $20 \pm 2$  del ciclo menstrual de las participantes, con el fin de evitar alteraciones de los parámetros de hierro. El día de inicio de la menstruación de la paciente fue considerado el día uno de su ciclo menstrual de acuerdo a Kim et al., (1993). Las participantes acudieron con ropa ligera así como ayuno de 12 horas.

Se utilizó la báscula digital Tanita BC-545 (Body Composition Monitor, USA) con la cual se determinó el peso y porcentaje de grasa corporal. Las pacientes fueron pesadas con ropa ligera sin zapatos y sin accesorios. La báscula digital se inició en cero. Se pidió a la paciente se colocara en el centro de la báscula sin

apoyo y con su peso distribuido equitativamente en ambos pies. Se registró el peso y porcentaje de grasa corporal (ANEXO 4). La grasa corporal se clasifica en:

Tabla V

Clasificación de porcentaje de grasa corporal de mujeres

Clasificación	Mujeres
Riesgo Alto	>40%
Exceso	31 – 40%
Moderado	23 – 30%
Bajo	19 – 22%
Muy Bajo	15 – 18%
Riesgo Bajo	<15 %

Lfe,Measurement, Inc.

Se utilizó el estadímetro portátil Seca 213 (Hamburg, Germany) para determinar la talla con un rango máximo de 2.05 m. La precisión de medición necesaria es de 0.1 cm. La medida se realizó con la paciente parada sobre el estadímetro con los pies juntos y los talones, glúteos y la parte superior de la espalda en contacto con la escala. Colocando la cabeza en plano de Frankfort, el cual se obtiene cuando el orbitale (borde inferior de la cuenca del ojo) está en el mismo plano horizontal del Traigon (la protuberancia superior del tragus del oído). Cuando están alineados, el vertex es el punto más alto del cráneo, se le indica al sujeto que tome y sostenga una inspiración profunda mientras se mantiene la cabeza en el plano, el evaluador ubica la escala sobre el vertex para obtener la medición. Las mediciones fueron realizadas de acuerdo a los Estándares Internacionales para la Valoración Antropométrica (Albarrán, 2001).

Se calculó el índice de masa corporal (IMC) a partir de peso y talla (peso del la paciente expresado en kg dividido por la talla al cuadrado expresada en metros cuadrados [kg/m<sup>2</sup>]). Posteriormente, se agrupó a las participantes: normopeso, sobrepeso u obesidad según OMS, (2012).

Por otra parte las muestras de sangre fueron obtenidas por la vena antecubital entre las 8 - 11 am. Para la toma de sangre se colocó un torniquete alrededor del brazo con el fin de restringir el flujo sanguíneo a través de las venas y permitir la observación de las mismas por dilatación. La técnica fue realizada asépticamente, se limpió el área de punción con una torunda de algodón con alcohol. Se introdujo la aguja hasta estar dentro de la vena, se retiró el torniquete, se extrajo la sangre en dos tubos vacutainer previamente identificados (uno con EDTA potásico y otros sin EDTA). Posteriormente, se retiró la aguja y se hizo presión con una torunda con alcohol durante un minuto o hasta detener la sangre. Las muestras fueron centrifugadas a 1600rpm durante 10 minutos; se extrajo el sobrenadante (plasma y suero) almacenado en microtubos a -20° C hasta su utilización.

#### 6.1.8.5. Evaluaciones Bioquímicas

##### 6.1.8.5.1. Determinación de hemoglobina y hematocrito

La *hemoglobina* fue determinada por fotómetro portátil de operación manual HemoCue (Ängelholm, Suecia). Se realizó la medición de doble longitud de onda a 570 nm y para compensar la turbidez se utilizó una longitud de onda de 880nm. Se llenó la microcubeta colocando aproximadamente 10 µL de sangre capilar venosa. Posteriormente, la microcubeta se colocó en el soporte del fotómetro y se realizó la lectura. El resultado de la lectura en mg/dL se presentaba en un lapso de 15 a 60 segundos.

El *hematocrito* fue determinado por centrifugación con tubos microcapilares estándar por medio de la microcentrífuga Autocrit Ultra 3 (BioSurplus, San Diego, USA). Se llenaron los microcapilares con muestra de sangre al 75% de su capacidad y se selló un extremo con plastilina especial. Posteriormente, se colocaron los microcapilares sobre la plataforma del cabezal con el extremo sellado hacia afuera del rotor y se centrifugaron por 6 minutos entre 10000 –

12000 rpm. Se determinó el valor del hematocrito leyendo el porcentaje con el disco de lectura.

#### 6.1.8.5.2. Determinación de ferritina

La *ferritina* fue determinada en plasma por el método de espectrofotometría a una longitud de onda de 540nm utilizando el espectrofotómetro Evolution 300 UV (ThermoScientific, USA).

Los reactivos utilizados fueron: reactivo A (glicina 170 mmol/L, cloruro de sodio 100 mmol/L, azida sódica 0.95 g/L), reactivo B (suspensión de partículas de latex sensibilizadas con anticuerpos anti-ferritina humana, azida sódica 0.95 g/L), patrón de ferritina liofilizado (suero humano concentración de 554 µg/L, Cod.31934 BioSystems). Se preparó el reactivo de trabajo vaciando el contenido del reactivo B en el vial de reactivo A, se homogenizó y previo a su utilización, se calentó a baño maría a 37°C. El patrón de ferritina se reconstituyó con 3 mL de agua destilada. Solución salina (Na Cl 9 g/L, 100 ml de agua destilada).

#### Procedimiento:

Se ajustó el espectrofotómetro a cero frente a agua destilada a una longitud de onda de 540 nm. La técnica para medir el patrón o muestra de plasma se muestra en Tabla VI.

Tabla VI

Volumen de patrón, muestra de plasma, reactivo de trabajo y solución salina para la técnica de ferritina.

Patrón o muestra plasma	Reactivo de trabajo	Solución salina
30 µL	300 µL	870 µL

Se leyó la absorbancia de patrones y muestras a los 10 segundos (A1) y a los 5 minutos (A2), manteniendo a 37°C. La absorbancia final se calculó como  $AF = (A2 - A1)$ , restando el valor de absorbancia final del reactivo de trabajo.

Para realizar la curva de calibración se utilizaron concentraciones del patrón de ferritina, entre 13.85 y 554  $\mu\text{g/L}$  (Tabla VII).

Tabla VII

Concentraciones de ferritina para curva de calibración

Dilución	Factor	Concentración $\mu\text{g/L}$
1	1	554
2	0.75	415.5
3	0.5	277
4	0.075	41.5
5	0.025	13.85

Se graficó la curva de calibración y se obtuvo la ecuación ( $y = mx + b$ ), para la determinación de la concentración de ferritina en plasma.

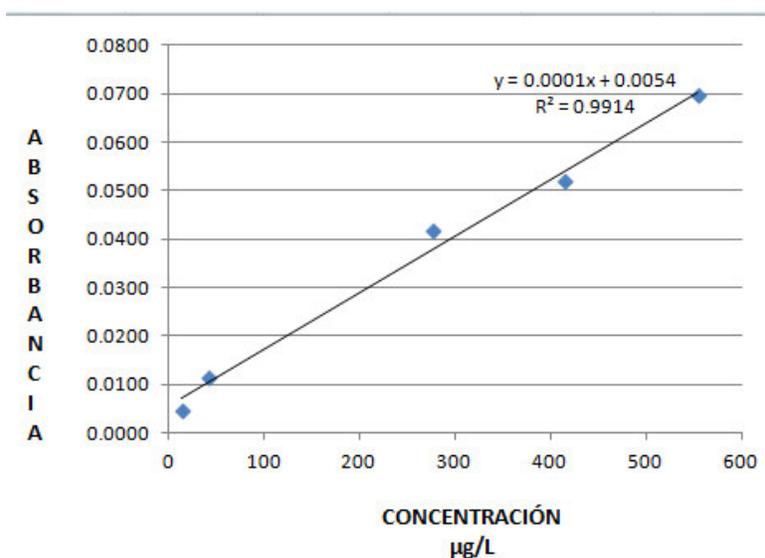


Figura 3. Curva de calibración de ferritina ( $R^2=0.9914$ ).

#### 6.1.8.5.3. Determinación de transferrina

La *transferrina* fue determinada en suero por el método de turbidimetría con el Autoanalizador A25 (BioSystems, Barcelona, España) a una longitud de onda de 540 nm.

Los reactivos utilizados fueron: transferrina (anticuerpos de anti-transferrina humana, sodio azida 0.95 g/L, pH 7.5 (Cod.31091), sueros control de proteínas nivel I (Cod.31211) y II (Cod.31212) y 5 calibradores de proteínas (Cod.31075).

Procedimiento:

Muestras, calibradores y reactivos se utilizaron a temperatura ambiente (Tabla VIII). Para obtener la curva de calibración se utilizaron los calibradores de proteínas (Tabla IX) suministrados listos para su uso con concentración de 77 a 619 mg/dL. Se leyó la absorbancia de calibradores de proteínas y muestras a los 300 segundos.

Tabla VIII

Volumen de calibrador, muestra y reactivo de trabajo para técnica de transferrina.

Calibrador o muestra	Reactivo de trabajo
3 $\mu$ L	300 $\mu$ L

Tabla IX

Concentraciones transferrina para curva de calibración

Calibrador	Concentración		Absorbancia
	Teórica (mg/dL)	Calculada (mg/dL)	
I	619.00	619.00	1.0861
II	464.00	464.16	1.0487
III	310.00	310.36	0.9342
IV	155.00	155.30	0.7032
V	77.00	77.07	0.4129

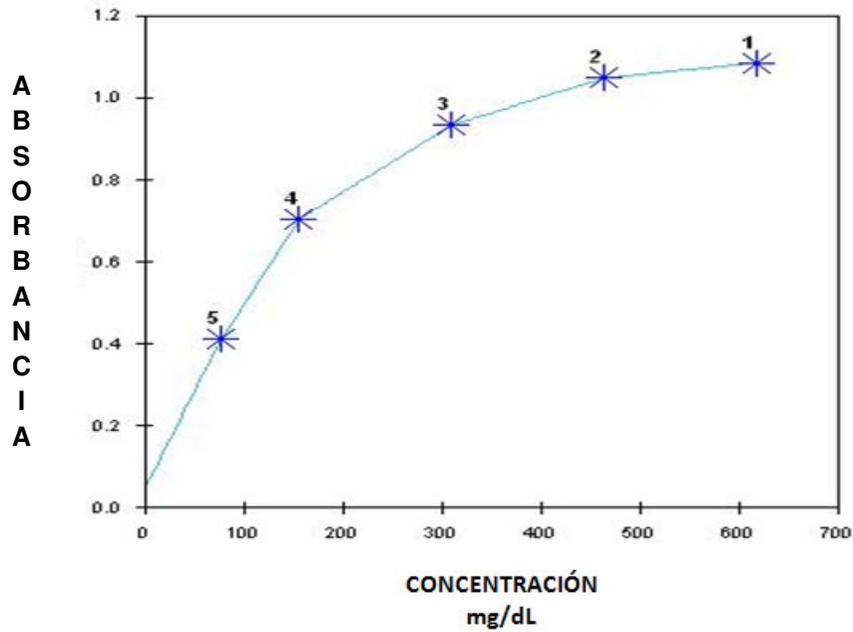


Figura 4. Curva de calibración de transferrina

#### 6.2.8.6. Clasificación de etapas de depleción de hierro

Las reservas corporales de hierro fueron clasificadas en tres etapas de agotamiento según Díaz et al., (1997) y Elizondo et al., (2011). En la *etapa 1 ó Depleción de Hierro* los valores de hemoglobina son entre 12 y 16 g/dL, hematocrito entre 37 y 47%, transferrina entre 200 y 360 mg/ dL, y la ferritina es <12 µg/L. En la *etapa 2 ó Eritropoyesis Deficiente de Hierro* la hemoglobina está entre 12 y 16 g/dL, hematocrito entre 37 y 47%, y la transferrina es > 360 mg/dL. En la *etapa 3 ó Anemia por Deficiencia de Hierro* la hemoglobina es <12 g/dL, el hematocrito es <37%, y la transferrina es > 360mg/dL.

#### 6.2.8.7. Prueba Piloto

Se realizó una capacitación a las pasantes y becarias de Licenciatura en Nutrición que participaron en el desarrollo de esta investigación. Las capacitaciones fueron realizadas en los meses de Agosto y Septiembre del 2012. Las pruebas piloto fueron realizadas para estandarizar cada una de las técnicas y procedimientos a seguir en las evaluaciones antropométricas, bioquímicas, clínicas y dietéticas de este proyecto.

#### 6.2.8.8. Definición del plan de procesamiento y presentación de la información.

##### 6.2.8.8.1. Análisis estadístico

Se usó estadística descriptiva para las variables de la obesidad y de la ingesta dietética en relación a las reservas de hierro se evaluó mediante la prueba de correlaciones parciales controlando para edad e IMC y razón de momios para estimar riesgo de anemia por deficiencia de hierro. Diferencias de variables entre grupos de mujeres con normopeso, sobrepeso y obesidad se determinaron mediante la prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis. Se utilizó el software SPSS (v.15.0 LEAD Technologies, Inc. USA) con significancia si  $p < 0.05$ .

##### 6.2.8.8.2. Aspectos éticos

Este proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Posgrado, Investigación y Ética de la Facultad de Salud Pública y Nutrición (ANEXO 10).

Se solicitó la firma del consentimiento informado de las participantes después de informar sobre el objetivo y procedimiento del proyecto de investigación (ANEXO 9).

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Características de las participantes

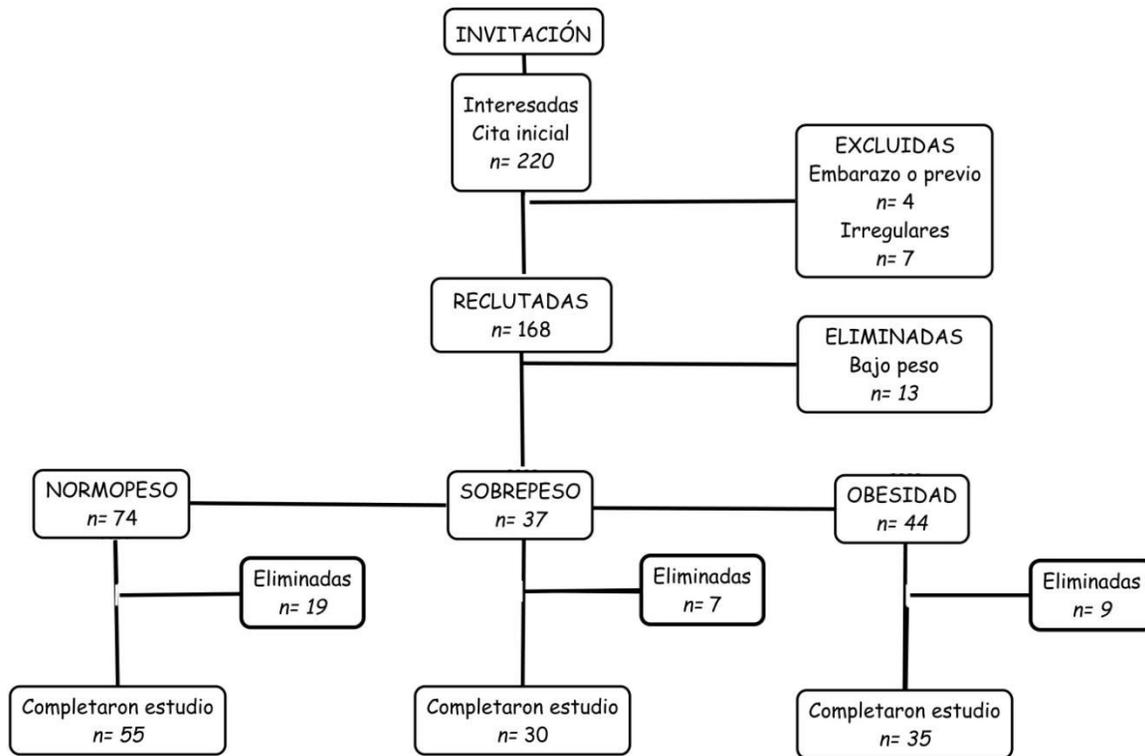


Figura 5. Invitación, selección y reclutamiento de participantes para el estudio

Esta investigación reclutó a 168 mujeres universitarias reclutadas, estudiantes de diferentes facultades de la Universidad Autónoma de Nuevo León, sin embargo sólo concluyeron el estudio 120 de ellas. El análisis de las variables de la población de estudio se realizó en 3 grupos de participantes de acuerdo a la clasificación internacional de estado nutricional de adulto según el índice de masa corporal (IMC) (OMS 2012): normopeso  $n= 55$  (IMC 18.5–24.9 kg/m<sup>2</sup>), sobrepeso  $n=30$  (IMC 25–29.9 kg/m<sup>2</sup>) y obesidad  $n= 35$  (IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>). Fueron invitadas 220 mujeres universitarias, las seleccionadas cumplieron con los criterios de inclusión (mujeres jóvenes sanas en etapa de menstruación entre 18 y 30 años de

edad). Fueron excluidas mujeres menores de 18 años y mayores de 30 años, mujeres con ciclos menstruales irregulares o embarazadas en el momento del estudio ( $n= 7$ ) o que hayan presentado embarazos previos ( $n= 4$ ). Fueron eliminadas del estudio quienes desearon no participar más en el mismo ( $n= 35$ ) así como aquéllas que presentaron bajo peso ( $n= 13$ ).

Tabla X

Participantes procedentes de las Facultades de la Universidad Autónoma de Nuevo León.<sup>a</sup>

<b>Facultad</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>Normopeso</b>	<b>Sobrepeso</b>	<b>Obesidad</b>
Administración	1	0.83	0	1	0
Ciencias Biológicas	1	0.83	0	1	0
Enfermería	4	3.33	0	1	3
Ingeniería Civil	1	0.83	1	0	0
Medicina	7	6	2	0	5
Odontología	3	3	0	0	3
Psicología	8	7	2	3	3
Salud Pública y Nutrición	79	66	47	19	13
Trabajo Social	6	5	0	0	6
Veterinaria	10	8.33	3	5	2

$n=$  frecuencia

Gran parte de las participantes proceden de la Facultad de Salud Pública y Nutrición ( $n= 79$ ). En este proyecto se tuvo vinculación con la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia ( $n= 10$ ). También participaron estudiantes de las Facultades de Psicología, Trabajo Social, entre otras (Tabla X).

## 7.2. Características clínicas de la población de estudio

En la tabla XI se muestra el promedio de las características de la población con relación a los grupos de mujeres universitarias. La edad y el ciclo menstrual se incrementaron conforme aumentó el índice de masa corporal. Por el contrario la menarquía y la duración de la menstruación disminuían conforme se incrementó el IMC.

Tabla XI

Características generales de las participantes según el índice de masa corporal. <sup>a</sup>

	<b>Normopeso</b>	<b>Sobrepeso</b>	<b>Obesidad</b>
	(n= 55)	(n= 30)	(n= 35)
Edad (años)	20.03 ± 1.68	20.83 ± 2.35	21.9 ± 3.59
Menarquía (años)	12.5 ± 1.57	12.36 ± 1.60	11.9 ± 1.47
Duración de menstruación (días)	5.30 ± 1.18	5.23 ± 1.07	4.91 ± 1.19
Ciclo menstrual (días)	28.69 ± 1.70	28.81 ± 2.71	28.83 ± 1.99

<sup>a</sup> $\bar{X} \pm SD$ , media ± desviación estándar.

En la Tabla XII se muestra que las que pacientes del grupo de sobrepeso 28 de estas presentaron antecedentes de anemia lo cual corresponde al 93.33% de este grupo. Por otra parte el 74.1% de las participantes presentó flujo menstrual moderado.

Tabla XII

Frecuencias de las características generales de las participantes según el índice de masa corporal. <sup>a</sup>

		<b>Normopeso</b>	<b>Sobrepeso</b>	<b>Obesidad</b>
		<i>n= 55</i>	<i>n= 30</i>	<i>n= 35</i>
<i>Antecedentes de Anemia</i>	Si	8	28	5
	No	47	2	30
<i>Foráneas</i>	Si	13	6	2
	No	42	24	33
<i>Alcohol</i>	Si	21	17	11
	No	34	13	24
<i>Tabaco</i>	Si	8	18	5
	No	47	12	30
<i>Suplementos</i>	Si	0	0	0
	No	55	30	35
<i>Anticonceptivos</i>	Si	1	0	2
	No	54	30	33
<i>Actividad física</i>	Sedentaria	7	10	5
	Leve	14	11	19
	Moderado	33	9	11
	Alto	1	0	0
<i>Flujo menstrual</i>	Leve	4	2	3
	Moderado	44	23	22
	Alto	7	5	10

<sup>a</sup> *n*= frecuencia

### 7.3. Resultados de evaluación antropométrica y bioquímica.

Los resultados de indicadores antropométricos y bioquímicos se presentaron en la Tabla XIII. Cinco mujeres del grupo de peso normal, seis de sobrepeso y ocho de obesidad presentaron valores de hemoglobina y hematocrito inferiores a los valores normales para esta población  $< 12\text{g/dL}$  y  $< 37\%$ , respectivamente. Once mujeres de normopeso, nueve de sobrepeso, tres de obesidad presentaron valores de ferritina plasmática dentro de los niveles normales de las mujeres jóvenes ( $20 - 200\mu\text{g/L}$ ), sólo seis de las pacientes (tres de normopeso, una de sobrepeso y dos de obesidad) presentaron niveles de ferritina plasmática inferiores a los niveles normales de la población  $<20 \mu\text{g/L}$ . Se encontró que el resto de las participantes (41, 20, 30 respectivamente de los grupos) presentaron valores de ferritina plasmática superiores a los niveles normales de las mujeres jóvenes  $>200\mu\text{g/L}$ , ésto corresponde a 75.8% de las mujeres que participaron en este estudio.

Se observó una relación significativa positiva entre el porcentaje de grasa corporal con hemoglobina y ferritina ( $r= 0.184$ ,  $p < 0.05$ ) y ( $r= 0.167$ ,  $p < 0.05$ ), respectivamente. Por el contrario, el porcentaje de grasa corporal presentó una relación significativa negativa con transferrina ( $r= -0.173$ ,  $p < 0.05$ ). También existió una relación significativa positiva entre hemoglobina y ferritina ( $r= 0.169$ ,  $p < 0.05$ ) y una relación significativa negativa entre hemoglobina y transferrina ( $r= -0.166$ ,  $p < 0.05$ ). Además una relación significativa positiva entre hematocrito y ferritina ( $r= 0.166$ ,  $p < 0.05$ ) y negativa entre hematocrito y transferrina ( $r= -0.206$ ,  $p < 0.05$ ).

Tabla XIII

Mediana de indicadores antropométricos y bioquímicos según el índice de masa corporal. <sup>a</sup>

	<b>Normopeso</b> <i>n</i> = 55	<b>Sobrepeso</b> <i>n</i> = 30	<b>Obesidad</b> <i>n</i> = 35
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	21.2 ± 0.21	26.1 ± 0.26	33.7 ± 0.80
Grasa corporal (%)	23.1 ± 0.75	35.0 ± 1.07	41.3 ± 0.94
Hemoglobina (g/dL)	13.6 ± 0.12	13.0 ± 0.16	13.2 ± 0.13
Hematocrito (%)	42.0 ± 0.30	40.5 ± 0.46	42.0 ± 0.45
Ferritina (µg/L)	283.00 ± 27.07	263.50 ± 29.3	345.00 ± 30.97
Transferrina (mg/dL)	293.00 ± 7.45	301.50 ± 9.00	303.00 ± 8.57

<sup>a</sup>  $\bar{x} \pm E.T$ , mediana  $\pm$  error típico.

Tabla XIV

Frecuencia y porcentaje de mujeres con diferentes etapas de depleción de hierro por grupo de estudio. <sup>a</sup>

<b>Etapas</b>	<b>Normopeso</b> ( <i>n</i> = 55) <i>n</i> (%)	<b>Sobrepeso</b> ( <i>n</i> = 30) <i>n</i> (%)	<b>Obesidad</b> ( <i>n</i> = 35) <i>n</i> (%)
1. Depleción de hierro	4 (7.27)	1 (3.33)	1 (2.85)
2. Eritropoyesis deficiente de hierro	8 (14.54)	2 (10)	2 (5.71)
3. Anemia por deficiencia de hierro	6 (9.09)	6 (20)	7 (20)

<sup>a</sup> *n*(%)= Frecuencia (porcentaje) por grupo de participantes

#### 7.4. Resultados de evaluación dietética

En Tabla X, y figuras 6 – 8 se muestran los resultados de la ingesta dietética de hierro, promotores e inhibidores de absorción del hierro.

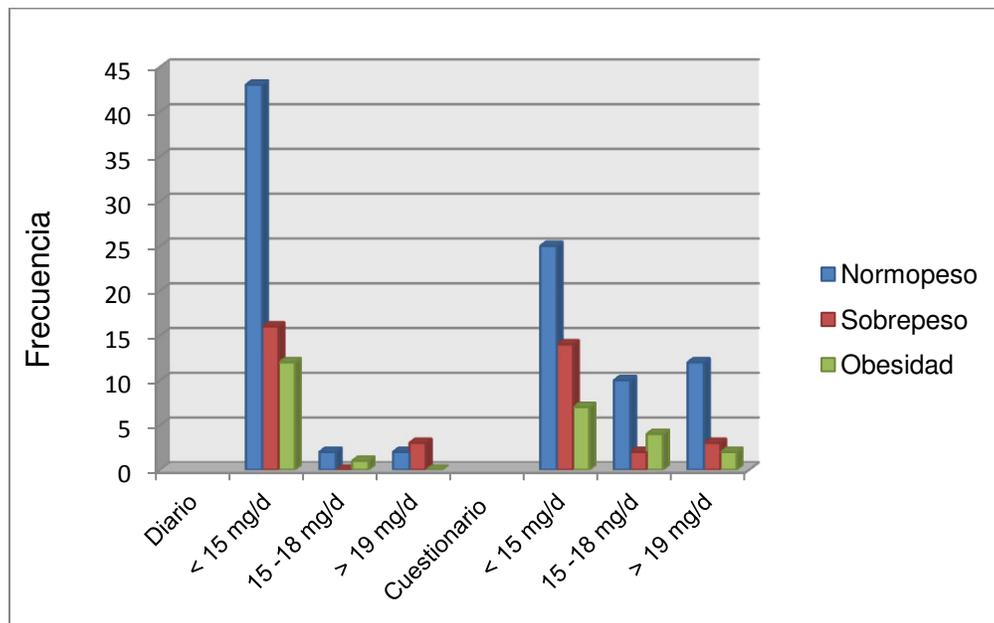
Tabla XV  
Ingesta dietética de hierro y de promotores e inhibidores de absorción de hierro por grupo de estudio. <sup>a</sup>

	<b>Normopeso</b> <i>n</i> = 55	<b>Sobrepeso</b> <i>n</i> = 30	<b>Obesidad</b> <i>n</i> = 35
Energía (Kcal)	1675.68 ± 534.38	2738.04 ± 2486.61	2272.43 ± 1990.57
Hierro cuestionario (mg/d)	15.4 ± 5.19	13.4 ± 5.30	16.6 ± 6.90
Hierro diario (mg/d)	10.6 ± 3.71	12.3 ± 8.45	12.9 ± 7.22
<b>Promotores</b>			
Proteína (g/d)	68.20 ± 20.85	106.72 ± 62.97	79.45 ± 32.30
Vitamina A (mg/d)	352.08 ± 401.30	398.00 ± 485.61	336.21 ± 156.79
Vitamina C (mg/d)	71.11 ± 149.19	127.21 ± 387.88	141.02 ± 361.16
<b>Inhibidores</b>			
Calcio (mg/d)	647.21 ± 359.34	658.13 ± 412.15	721.39 ± 458.44
Zinc (mg/d)	0.29 ± 0.12	0.82 ± 1.52	0.73 ± 1.87
Cobre (mg/d)	4.47 ± 2.47	16.3 ± 44.8	12.25 ± 36.35

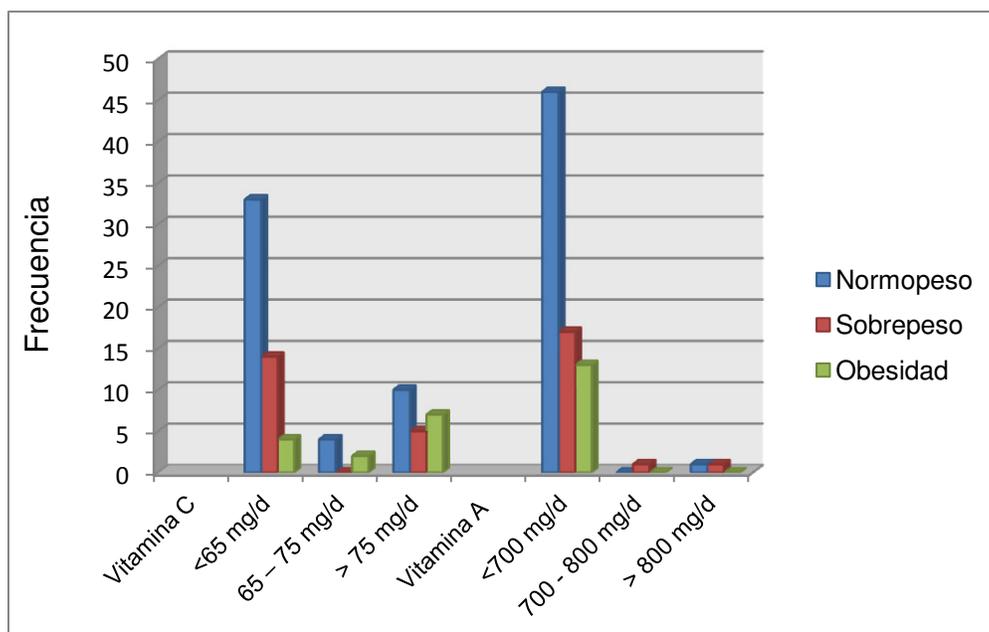
<sup>a</sup> $\bar{X} \pm SD$ , media ± desviación estándar.

Existieron relaciones significativas negativas entre el índice de masa corporal y la ingesta dietética de calcio ( $r=-0.20$ ,  $p < 0.05$ ) y entre el porcentaje de grasa y la ingesta dietética de hierro evaluada por cuestionario de frecuencia de alimentos ( $r=-0.175$ ,  $p < 0.05$ ), y entre hematocrito y la ingesta dietética de cobre ( $r=-0.164$ ,  $p < 0.05$ ).

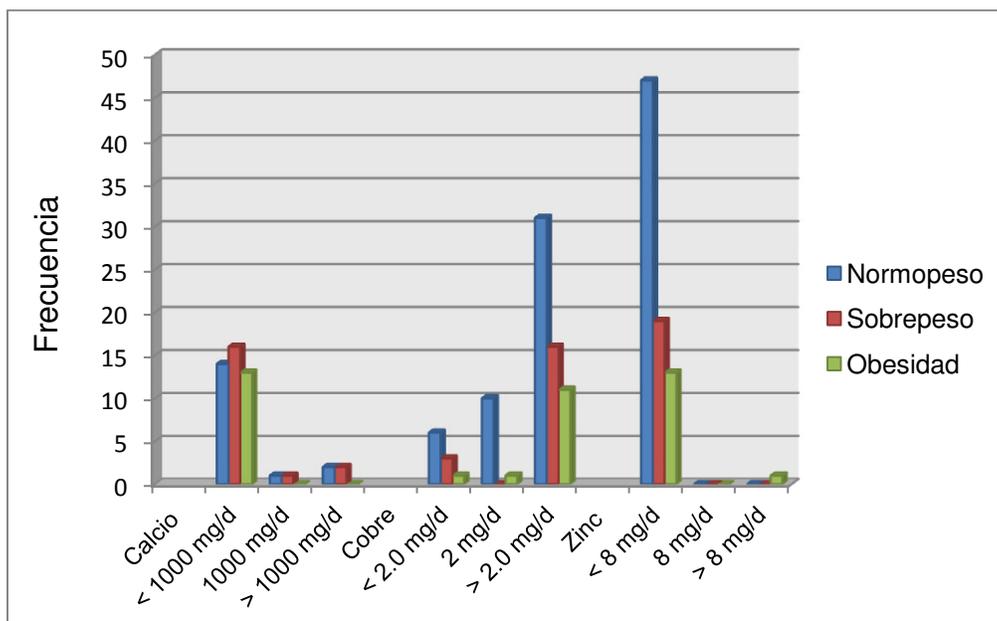
También se observan resultados significativos positivos entre la ingesta dietética de hierro evaluada por el diario de registro dietético y la ingesta dietética de calcio y de zinc ( $r= 0.157, p < 0.05$ ) y ( $r= 0.208, p < 0.05$ ), respectivamente. Se encontraron resultados significativos positiva entre la ingesta dietética de hierro y la ingesta dietética de energía y la ingesta dietética de cobre ( $r= 0.337, p= .000$ ) y ( $r= 0.315, p= .000$ ), respectivamente.



**Figura 6.** Frecuencia de ingesta dietética de hierro evaluado por el cuestionario de frecuencia de alimentos y el diario de registro dietético en los grupos de estudio.



**Figura 7.** Frecuencia de ingesta dietética de promotores de absorción de hierro no heme evaluado por el diario de registro dietético en los grupos de estudio.



**Figura 8.** Frecuencia de ingesta dietética de inhibidores de absorción de hierro no heme evaluado por el diario de registro dietético en los grupos de estudio.

7.5. Resultados de la estimación de riesgo de las etapas de depleción de hierro.

En el presente estudio se encontró la estimación de riesgo de las etapas de depleción de hierro, según el índice de masa corporal (normopeso, sobrepeso y obesidad) no es un factor de riesgo para presentar *depleción de hierro*, *eritropoyesis deficiente de hierro* ni *anemia por deficiencia de hierro* (Tabla XVI).

Tabla XVI

Estimación de riesgo de las etapas de depleción de hierro, según el IMC en mujeres universitarias. <sup>a</sup>

	Etapa 1 Depleción de hierro	Etapa 2 Eritropoyesis deficiente de hierro	Etapa 3 Anemia por deficiencia de hierro
<b>Normopeso</b>			
18.5 - 24.9 kg/m <sup>2</sup>	1.189 (0.162 - 8.728)	2.348 (0.737- 7.480)	0.400 (0.133 - 1.204)
<b>Sobrepeso</b>			
25.0 - 29.9 kg/m <sup>2</sup>	1.000 (0.100 - 9.993)	0.798 (0.207 - 3.076)	1.625 (0.551 - 4.792)
<b>Obesidad</b>			
>30.0 kg/m <sup>2</sup>	0.804 (0.081 - 8.004)	0.369 (0.078 - 1.741)	1.682 (0.593 - 4.771)

<sup>a</sup> OR (IC 95%): razón de momios (intervalo de confianza 95%)

\*Significativo ( $p < 0.05$ )

En la Tabla XVII se presenta la estimación de riesgo de las etapas de depleción de hierro según la ingesta dietética de hierro, analizado por el cuestionario de frecuencia de alimentos, una ingesta dietética de hierro muy baja fue factor de riesgo OR= 1.047 (IC 95% 1.001 - 1.094) así como una ingesta entre 11.41 y 14.20 mg/d fue factor de riesgo de *anemia por deficiencia de hierro* OR= 3.280 (IC 95% 1.147 - 9.376). Analizando por el diario de registro dietético una ingesta de hierro baja fueron factores de riesgo para *eritropoyesis deficiente de hierro* OR= 1.169 (IC 95% 1.074 – 1.272) y OR= 4.778 (IC 95% 1.453 - 15.708) respectivamente.

Tabla XVII

Estimación de riesgo de las etapas de depleción de hierro, según la ingesta dietética de hierro de las mujeres universitarias. <sup>a</sup>

Hierro	Etapa 1 Depleción de hierro	Etapa 2 Eritropoyesis deficiente de hierro	Etapa 3 Anemia por deficiencia de hierro
Evaluado por: Cuestionario de frecuencia de alimentos			
Muy Baja 3.87 a 11.40 mg/d	1.047 * (1.001 - 1.094)	0.224 (0.028 - 1.801)	0.835 (0.252 - 2.765)
Baja 11.41 a 14.20 mg/d	1.692 (0.293 - 9.766)	2.283 (0.681 - 7.646)	3.280 * (1.147 - 9.376)
Media 14.21 a 18.66 mg/d	1.611 (0.280 - 9.285)	2.161 (0.647 - 7.221)	0.585 (0.157 - 2.182)
Alta 18.67 a 32.56 mg/d	1.466 (0.255 - 8.424)	0.846 (0.217 - 3.299)	0.529 (0.142 - 1.966)
Diario de registro dietético			
Muy Baja 2.06 a 7.75 mg/d	3.222 (0.614 - 16.905)	0.0	0.556 (0.149 - 2.070)
Baja 7.76 a 10.08 mg/d	1.045 * (1.001 - 1.092)	4.778 * (1.453 - 15.708)	0.929 (0.279 - 3.088)
Media 10.09 a 13.80 mg/d	1.466 (0.255 - 8.424)	1.317 (0.375 - 4.624)	1.540 (0.524 - 4.530)
Alta 13.81 a 34.37 mg/d	6.44 (0.72 - 5.758)	0.566 IC 95% (0.118 - 2.723)	0.585 (0.157 - 2.182)

<sup>a</sup> OR (IC 95%): Razón de momios (intervalo de confianza 95%)

\*Significativo ( $p < 0.05$ )

En Tabla XVIII se observa la estimación de riesgo de las etapas de depleción de hierro, según el porcentaje de grasa corporal de la población de estudio. Se encontró que mujeres con un porcentaje de grasa corporal entre 31 - 40% presentaron riesgo de *anemia por deficiencia de hierro* (OR= 3.427, IC 95% 1.241- 9.711).

Tabla XVIII

Estimación de riesgo de las etapas de depleción de hierro según el porcentaje de grasa corporal de las mujeres universitarias. <sup>a</sup>

Hierro	Etapa 1 Depleción de hierro	Etapa 2 Eritropoyesis deficiente de hierro	Etapa 3 Anemia por deficiencia de hierro
Porcentaje de grasa corporal			
Riesgo Alto >40%	3.957 (0.749 - 20.900)	0.273 (0.034 - 2.207)	0.406 (0.087 - 1.894)
Exceso 31 - 40%	0.433 (0.49 - 3.845)	0.997 (0.286 - 3.469)	3.427 * (1.241 - 9.711)
Moderado 23 - 30%	1.692 (0.293 - 9.766)	1.537 (0.435 - 5.431)	0.163 (0.021 - 1.287)
Bajo 19 - 22%	0.0	1.706 (0.423 - 6.887)	1.075 (0.279 - 4.145)
Muy Bajo 15 - 18%	0.0	1.700 (0.183 - 15.791)	3.063 (0.518 - 18.119)
Riesgo Bajo <15%	7.400 (0.649 - 84.401)	0.0	0.0

<sup>a</sup> OR (IC 95%): Razón de momios (intervalo de confianza 95%)

\*Significativo ( $p < 0.05$ )

## 8. DISCUSIÓN

En la presente investigación se estudió la obesidad, ingesta dietética de hierro y reservas corporales de hierro en mujeres universitarias en edad fértil entre 18 y 30 años de edad.

Las participantes de los grupos de normopeso  $n=55$  sobrepeso  $n= 30$  y obesidad  $n= 35$  tenían una edad promedio de;  $20.03 \pm 1.68$ ,  $20.83 \pm 2.35$  y  $21.9 \pm 3.59$  años, respectivamente, y ciclo menstrual de;  $28.69 \pm 1.70$ ,  $28.81 \pm 2.71$  y  $28.83 \pm 1.99$  días, respectivamente. Por el contrario la edad de menarquía fue de;  $12.5 \pm 1.57$ ,  $12.3 \pm 1.60$  y  $11.9 \pm 1.47$  años, respectivamente y una duración de la menstruación de;  $5.30 \pm 1.18$ ,  $5.23 \pm 1.07$  y  $4.91 \pm 1.19$  días, respectivamente. Los promedios mencionados se incrementan o disminuyen conforme aumenta el índice de masa corporal, similar a lo reportado por Pajuelo et al., (2000).

Existe evidencia científica contradictoria en relación a la obesidad y las reservas corporales de hierro en mujeres en etapa de menstruación. En el presente estudio se clasificaron las reservas corporales de hierro en tres etapas de agotamiento según Díaz et al., (1997) y Elizondo et al., (2011). En este estudio el 9.81 % de la población presentó depleción de hierro (normopeso 3.63%, sobrepeso 3.33% y obesidad 2.85%). La depleción de hierro fue mayor en pacientes con normopeso que en las pacientes de sobrepeso y obesidad. No obstante Yanoff et al., (2007) reportaron que las pacientes con obesidad presentaron un mayor porcentaje de depleción de hierro que las pacientes sin obesidad.

La *etapa 2 ó Eritropoyesis Deficiente de Hierro* se presentó en el 30.25% de la población estudiada (normopeso 14.54%, sobrepeso 10% y obesidad 5.71%). A diferencia de un grupo de mujeres de Bhaktapur, Nepal donde sólo el 7% de las mujeres presentaron eritropoyesis deficiente de hierro (Chandyo et al., 2007). El 15.83% de las población estudiada en la actual investigación presentó anemia por deficiencia de hierro (normopeso 9.09%, sobrepeso 20% y obesidad 20%).

Pasricha et al., (2008) estudió anemia ferropénica en mujeres en edad reproductiva en el Noreste de Vietnam reportando que el 8.6% (n=349 participantes) tenía anemia por deficiencia de hierro. Chandyo et al., (2007) reportó que el 6% de las mujeres en edad reproductiva de Bhaktapur, Nepal presentó anemia por deficiencia de hierro. En esta investigación la anemia por deficiencia de hierro fue mayor en los grupos de mujeres con sobrepeso y obesidad.

En este estudio, los valores de ferritina plasmática fueron mayores en las pacientes con obesidad, similar a lo reportado por Fricker et al., (1990), en el que la media de la ferritina fue más alta en mujeres con obesidad que en las mujeres sin obesidad en etapa de menstruación. Además, se encontraron valores superiores a 200 µg/L de ferritina en el 77.50% de la población cuando el rango normal del indicador bioquímico corresponde entre 20 y 200 µg/L. Según Yanoff et al., (2007), existió una relación positiva entre la ferritina y el porcentaje de grasa corporal ( $r= 0.001, p < 0.05$ ); ésto debido a que los valores de ferritina tienden a ser elevados en los estados inflamatorios relacionados con la obesidad, e incluso pueden estar elevados en condiciones inflamatorias aún en presencia de deficiencia de hierro. En la actual investigación se encontró una relación negativa entre la ferritina y la transferrina ( $r= -0.166, p < 0.05$ ). En cambio se observó una relación positiva entre la ferritina y el porcentaje de grasa corporal ( $r= 0.167, p < 0.05$ ), hemoglobina ( $r= 0.169, p < 0.05$ ) y hematocrito ( $r= 0.166, p < 0.05$ ). Cabe señalar que la transferrina resultó elevada en el 23.33% de la población estudiada. Se presentó una relación significativa negativa entre transferrina y el porcentaje de grasa corporal ( $r= -0.173, p < 0.05$ ). Resultados opuestos a lo encontrado por Yanoff et al., (2007) y Iwasaki et al., (2005) donde se reporta una relación positiva entre la transferrina y el porcentaje de grasa corporal ( $r= 0.03, p < 0.05$ ) en el primer estudio y con porcentaje de grasa visceral ( $r= 0.254, p < 0.001$ ) en el segundo. Según Greenberg y Obin (2006), un estado inflamatorio crónico provoca alteraciones en la homeostasis del hierro induciendo una restricción del hierro para la eritropoyesis, así como anemia leve y moderada, y según Karl et al., (2009) en

adultos con obesidad existe una asociación entre el nivel de la grasa corporal y el estado deficiente de hierro.

En relación a la ingesta dietética de las participantes evaluada por el diario de registro dietético se percibió un exceso en la ingesta media de energía en los grupos de sobrepeso y obesidad 2738.04 y 2272.43 kcal, respectivamente, vs 2100 kcal recomendado para esta población según el Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ, 1997) y por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2001). Por el contrario, las mujeres del grupo con normopeso presentaron una deficiencia de ingesta de energía según la misma recomendación 1675.68 vs 2100 kcal (FAO, 2001; INCMNSZ, 1997). El 91.66 % de la muestra estudiada en esta investigación no cumplió con la recomendación de ingesta de energía (INNSZ, 1997), similar a lo reportado por Pajuelo et al., (2000) donde el 100% de las mujeres estudiadas no cumplían con la recomendación de ingesta de energía de Estados Unidos.

En relación a la ingesta dietética de hierro se encontró una deficiencia en los tres grupos de participantes evaluado por ambas técnicas, (10.6 y 16.6 mg/d vs 18 mg/d recomendado para la población Mexicana) (INCMNSZ, 1997). No se encontró diferencia significativa en la ingesta dietética de hierro entre los 3 grupos de participantes. Según Zekanowska (2011) la deficiencia en la ingesta de hierro puede estar asociada a una dieta de mala calidad. De acuerdo a los resultados de esta investigación, se encontró una relación positiva entre la ingesta dietética de energía y la ingesta dietética de hierro evaluada por el diario de registro dietético ( $r= 0.337$ ,  $p= <0.001$ ), similar a Fricker et al., (1990) ( $r= 0.85$ ,  $p < 0.001$ ) y a Gualdrón et al., (2006) ( $r= 0.80$ ,  $p= <0.001$ ).

En el presente estudio se halló una relación negativa entre la ingesta dietética de hierro evaluado por el cuestionario de frecuencia de alimentos y el porcentaje de grasa corporal de las participantes ( $r= -0.175$ ,  $p < 0.05$ ) resultado opuesto a lo

reportado por Yanoff et al., (2007) donde la ingesta dietética de hierro y el porcentaje de grasa corporal presentaron una relación positiva ( $r= 0.20$ ,  $p= 0.03$ ).

Las mujeres no gestantes son un grupo vulnerable para presentar deficiencia de hierro. Cepeda et al., (2011) reportó este riesgo en 1.92 (OR= 1.92 (IC 95% 1.23 - 3.01)). En relación a la estimación de riesgo de presentar etapas de depleción de hierro (prueba de odds ratio (OR) o razón de momios), el índice de masa corporal no fue un factor de riesgo. Mientras que Qui et al., (2013) reportó que los grupos de mujeres chinas de sobrepeso y obesidad presentaban menor riesgo de anemia (PR= 0.72 (IC 95% 0.62 - 0.89); PR= 0.59 (IC 95% 0.43 - 0.79)). Así mismo, Yanoff et al., (2007) reportó que la obesidad en los adultos es un factor de riesgo para presentar deficiencia de hierro, OR: 1.8 (IC 95% 1.1 - 3.0), al evaluar el receptor de transferrina como indicador.

Según Pajuelo et al., (2000) en la obesidad se produce un desequilibrio positivo y prolongado entre la ingesta y el gasto energético, como resultado un balance positivo traducido en un incremento de grasa corporal. Este incremento de grasa corporal no favorece el metabolismo de ciertos micronutrientes entre estos el hierro. La grasa corporal entre 31 y 40 % fue un factor de riesgo para presentar anemia por deficiencia de hierro, pero no fue factor de riesgo para presentar las etapas 1 ni 2. Esto posiblemente a que todas las participantes en ese subgrupo con anemia ( $n=10$ ) tuvieron una duración de la menstruación mayor a 5 días y un flujo menstrual moderado o abundante, además de una ingesta dietética de hierro menor a la recomendación, factores que pudieron influir en el desarrollo de la anemia ferropénica, como lo describe Monsen, Kuhn and Fthch. (1967).

En relación al factor de riesgo de ingesta dietética de hierro por cuartiles evaluado por cuestionario de frecuencia de alimentos, una ingesta de hierro entre 3.87 y 11.40 mg/d fue un factor de riesgo para presentar depleción de hierro (OR= 1.047 (IC 95% 1.001 - 1.094)). Esto debido a que las participantes de este subgrupo de riesgo ( $n= 4$ ) tuvieron una duración de la menstruación mayor de 6 días, un flujo menstrual alto o moderado y un porcentaje de grasa mayor a 31%. Una ingesta de hierro entre 11.41 y 14.20 mg/d fue un factor de riesgo para

presentar anemia por deficiencia de hierro (OR= 3.280 (IC 95% 1.147 - 9.376)); sin embargo, una ingesta menor entre 3.87 a 11.40 mg/d no fue un factor de riesgo. Esto es posiblemente a que las participantes de este subgrupo de riesgo (n=8) tuvieron una duración de la menstruación mayor a 5 días, un flujo menstrual moderado y un porcentaje de grasa corporal mayor de 31%, y corresponden al subgrupo de riesgo de 10 mujeres con anemia reportado con anterioridad. El análisis de riesgo de ingesta de hierro del cuartil 1 no resultó significativo para anemia, probablemente debido a que las participantes en ese subgrupo de riesgo (n=4) tuvieron una duración de la menstruación igual o menor a 5 días, un flujo menstrual bajo o moderado y un porcentaje de grasa corporal entre 18 y 31%.

La estimación de riesgo de ingesta dietética de hierro por cuantiles evaluado por diario de registro dietético entre 7.76 y 10.08 mg/d fue un factor de riesgo para presentar depleción de hierro (OR= 1.045 (IC 95% 1.001 - 1.092)) y eritropoyesis deficiente de hierro (OR= 4.778 (IC 95% 1.453 - 15.708)). Posiblemente a que las participantes de este subgrupo de riesgo en la etapa 1 (n= 4) y etapa 2 (n= 7) tuvieron una duración de la menstruación mayor de 5 días, un flujo menstrual alto o moderado y un porcentaje de grasa mayor de 25%. No obstante, una ingesta de hierro menor (2.06 a 7.75 mg/d) no resultó ser un factor de riesgo para ninguna etapa, esto debido a que las participantes en esos subgrupos tuvieron una duración de la menstruación igual o menor a 5 días, un flujo menstrual bajo o moderado y un porcentaje de grasa corporal menor a 31%.

El presente estudio tuvo varias limitantes. Entre éstas el evaluar y agrupar a las participantes por el IMC Índice de masa corporal, ya que es un indicador de medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo; pero tiene como desventaja que no diferencia la masa corporal del compartimento graso (Frisancho A., 1981), por lo que en este proyecto se evaluó el porcentaje de grasa corporal y se incluyó en los análisis estadísticos.

Otra de las limitantes es el uso del cuestionario de frecuencia de alimentos, en el cual se registra el consumo habitual de las participantes. Este método no es cuantitativamente preciso, debido a que el registro es en base a las porciones por día, semana o mes, además las participantes pudieron tener dificultad cognitiva para responder. Sin embargo, en la presente investigación con la aplicación y análisis del diario de registro dietético se puede complementar la ingesta dietética de hierro, energía y otros nutrientes. Este método es preciso, debido a que el registro de alimentos es por día y en medida caseras o gramos. (Thompson and Subar, 2001; Thompson and Byers, 1994)

Para estudios posteriores es conveniente incluir la determinación del receptor de transferrina y la saturación de transferrina. Según Yanoff et al., (2007) el receptor de transferrina es considerado estándar de oro para la evaluación del estado de hierro, el cual se incrementa en eritropoyesis deficiente de hierro. Además la saturación de transferrina evalúa el estado de hierro celular y no se altera en situaciones de enfermedad aguda o crónica, además no es un reactante de fase aguda y por lo tanto no se eleva en condiciones asociadas con la inflamación, que puede deberse al sobrepeso y obesidad (Baynes, et al. 1986).

## 9. CONCLUSIONES

Pocos estudios han investigado la relación entre deficiencia de hierro, índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal e ingesta dietética de hierro en mujeres en edad fértil. En el presente estudio se aborda la obesidad relacionada con las reservas corporales de hierro y la ingesta dietética de hierro mujeres universitarias en edad fértil. El índice de masa corporal no es un factor de riesgo para presentar etapas de agotamiento de las reservas de hierro. Sin embargo un porcentaje de grasa corporal entre 31 - 40% es un factor de riesgo para presentar anemia por deficiencia de hierro. Además otros factores que pudieron influir en este contexto son la duración de la menstruación mayor a 5 días y un flujo menstrual moderado o abundante.

Los resultados de la evaluación bioquímica en esta investigación indicaron un 15.83% de anemia por deficiencia de hierro. El indicador de ferritina sérica se encontró elevado en el 75.8% de las participantes. No obstante, el proceso de inflamación en pacientes con sobrepeso y obesidad o aun mismo en pacientes con peso normal puede reflejar un resultado alterado. Por lo que para estudios posteriores se sugiere incluir la determinación del receptor de transferrina y la saturación de transferrina, indicadores que evalúan el estado de hierro celular sin alterarse en condiciones asociadas con la inflamación, así como el indicador de capacidad antioxidante en plasma para determinar el estado oxidativo y de inflamación del organismo

Una ingesta dietética de hierro entre 11.41 y 14.20 mg/d es un factor de riesgo de presentar *anemia por deficiencia de hierro*. Sin embargo una ingesta de hierro menor a 10.08 mg/d es un factor de riesgo para eritropoyesis deficiente de hierro.

Por lo tanto se concluye que la obesidad y la baja ingesta dietética de hierro se relacionan con bajas reservas corporales de hierro en mujeres estudiantes universitarias en edad fértil. Estos resultados sugieren que aún ante el paciente con sobrepeso u obesidad con ingesta dietética de hierro adecuada no se debe descartar la existencia de anemia ferropénica debido a otros factores.

La presente investigación es un paso necesario para llevar adelante conclusiones consistentes sobre las relaciones entre la ingesta dietética de hierro y la deficiencia de hierro en grupos de mujeres jóvenes con sobrepeso y obesidad. Los resultados de esta investigación deben ser comprobados en futuros estudios.

## 10. LITERATURA CITADA

1. Albarran, M. (2001). *Estándares Internacionales para la Valoración Antropométrica*. Sociedad Internacional para el avance de la Kinantropometría. (1ª ed.), pp.54.
2. Andrews, N. C. (1999). Disorders of iron metabolism. *The New England Journal of Medicine*, 341(26), 1986-1994.
3. Andrews, N. C., Fleming, M. D. and Levy, J. E. (1999). Molecular insights into mechanisms of iron transport. *Current Opinion Hematology*, 6(2), 61-4.
4. Andrews, N. C., Ullrich, C. K. and Fleming, M. D. (1998). Disorders of iron metabolism and sideroblastic anemia. *Hematology of infancy and childhood*, (5), 423-61.
5. Backstrand, J. R., Allen, L. H., Black, A. K., Mata, M. and Pelto, G. H. (2002). Diet and iron status of nonpregnant women in rural Central Mexico. *American Journal of Clinical Nutrition*, (76), 156–64.
6. Baynes, R., Bezwoda, W., Bothwell, T.H., Khan, Q., Mansoor, N. (1986). The nonimmune inflammatory response: serial changes in plasma iron, ironbinding capacity, lactoferrin, ferritin and C-reactive protein. *Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation*, (46), 695–704.
7. Baños, R. (2006). Anemia crónica en mujer joven. *Casos Clínicos SEMG*.
8. Barba, F. y Cabanillas, J. C. (2007). Factores asociados a la anemia durante el embarazo en un grupo de gestantes mexicanas. Sonora México. *Archivos en Medicina Familiar*, 9 (4), 170-175.

9. Barquera, S., Rivera, J., Gasca, A. (2001). Políticas y programas de alimentación y nutrición en México. *Salud Publica México*, (43), 464-477.
10. Beck, K. L., Kruger, R., Conlon, C. A., Heath, A. L., Coad, J., Matthys, C., et al, (2012). The Relative Validity and Reproducibility of an Iron Food Frequency Questionnaire for Identifying Iron-Related Dietary Patterns in Young Women. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, (112), 1177-1187.
11. Carretero, M. (2010). Tratamiento de la anemia ferropénica Actualidad científica. Avances farmacológicos. *Offarm*, 29 (4), 76-77.
12. Casanueva, E., Kaufer, M., Pérez, A. B., Arroyo, P. (2008). *Nutriología Médica*. (3era Ed.). México. Editorial medica panamericana. p. 319 - 328.
13. Casanueva, E., De Regil, L. M. and Flores, M. F. (2006). "Anemia por deficiencia de hierro en mujeres mexicanas en edad reproductiva. Historia de un problema no resuelto." *Salud Pública de México*, (48), 166-175.
14. Cepeda et al, 2011
15. Chandyo, R. K., Strand, T.A. Ulvik, R.J., Adhikari, R.K., Ulak, M. and et al. (2007) Prevalence of iron deficiency and anemia among healthy women of reproductive age in Bhaktapur, Nepal. *European Journal of Clinical Nutrition*, (61), 262–269.
16. Cuéllar, F and Falabella, F. (2004). "Fundamentos de la medicina. Hematología" (6ta Ed.). Medellín, Colombia. p. 31 - 33.
17. Davis, C. G. (2011). Estimation of the Number of Days Required to Determine Usual Antioxidant Intakes and Assessment of the Prevalence of Nutrient Inadequacy Among College Students. Master's Theses. *University of Connecticut DigitalCommons@UConn*.

18. Díaz, J., Fernández, M. T. and Paredes, F. (1997). Aspectos básicos de bioquímica clínica. Madrid, España. Editorial Díaz Santos.
19. Elizondo, L. L., Hernandez, C. E. and Zamora, M. T. (2011). *Terapia Nutricia Médica en Ginecología y Obstetricia*. Valoración bioquímica nutricia México, DF. Mc Graw Hill, p. 79 a 83.
20. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Rome, 17-24 October 2001.
21. Finch, C. A., Belotti, V., Stray, S, et al. (1986). Plasma ferritin as a diagnostic tool. *The Western Journal of Medicine*, (145), 657–63.
22. Fitzsimons, E. J. and Brock, J. H. (2001). The anaemia of chronic disease. *BMJ*, (322), 811–812.
23. Fischer, W. C., Kordas, K., Stoltzfus, R. J. and Black, R. E. (2005) Interactive effects of iron and zinc on biochemical and functional outcomes in supplementation trials. *American Journal of Clinical Nutrition*, (82), 5 -12.
24. Forrellat, M., Gautier, H. and Fernandez, N. (2000). “*Metabolismo del hierro*” *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter*, (Habana), 16 (3), 149-60.
25. Fricker, J., Le Moel, G. and Apfelbaum, M. (1990). Obesity and iron status in menstruating women. *American Journal of Clinical Nutrition*. 52: 863-6.
26. Frisancho, A. (1981). New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *American Journal of Clinical Nutrition*, (34), 2540-2545.

27. Ganz, T. (2005). Hcpidin—a regulator of intestinal iron absorption and iron recycling by macrophages. *Best Pract Res Clin Haematol*, 18, 171-182.
28. Gibson R. (2005). Principles of nutritional assessment, 2.<sup>a</sup> ed. Oxford, Reino Unido, Oxford University Press.
29. Giménez, S. (2004). Anemias clínicas y tratamiento. *Farmacia profesional*, 18 (5), 62-9.
30. González, M. (2006). *Indicadores bioquímicos*. (1era Ed.). México, Nuevo León. Facultad de Salud Pública y Nutrición. Universidad Autónoma de Nuevo León.
31. Greenberg, A. S. and Obin, M. S. (2006). Obesity and the role of adipose tissue in inflammation and metabolism. *American Journal of Clinical Nutrition*, (83), 461S - 465S.
32. Hunt, J. R. (2002). Moving toward a plant-based diet: are irons and zinc at risk. *Nutrition Reviews*, 60 (5), 127–34.
33. Hurrell, R. F., Reddy, M. and Cook, J. D. (1999). Inhibition of non-haem iron absorption in man by polyphenolic-containing beverages. *Br J Nutr*, 81 (4), 289 - 95.
34. Kaltwasser, J. P. and Gottschalk, R. (1999). Erythropoietin and iron. *Kindney International*, 55 (69), S-49-S-56.
35. Karl, J. P., Lieberman, H. R., Cable, S. J., Williams, K. W., Glickman, E. L. and Young, A. J. (2009). Poor Iron Status Is Not Associated with Overweight or Overfat in Non-Obese Pre-Menopausal Women. *Journal of the American College of Nutrition*, 28 (1), 37-42.

36. Kim, S. H., Kim, H. Y., Kim, W. K. and Park, O. J. (2002). Nutritional status, iron deficiency-related indices, and immunity of female athletes. *Nutrition*, 18 (1), 86-90.
37. Marván, L., Pérez, A. B. and Palacios, B. (2000). *Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes*. (2da Ed.). México. Fomento de Nutrición y Salud.
38. McClung, J. P. and Karl, J. P. (2009). Iron deficiency and obesity: the contribution of inflammation and diminished iron absorption. *Nutrition Reviews*, 67 (2), 100-4.
39. Menzie, C. M., Yanoff, L. B., Denkinger, B. I., McHugh, T., Sebring, N. G., Calis, K. A., et al. (2008). Obesity-Related Hypoferremia Is Not Explained by Differences in Reported Intake of Heme and Nonheme Iron or Intake of Dietary Factors that Can Affect Iron Absorption.
40. Muñoz, I., Reinoso, F. L., López, Hernández, F. (2008). Trastornos del metabolismo del hierro. *Medicine*. 10 (20), 1318-25.
41. Muñoz, M., Ledesma, J. A., Chávez, A., Pérez, F., Mendoza, E., Castañeda, J., et al. (2006). *Tablas de alimentos*. Edición Internacional. McGraw-Hill Interamericana.
42. Olaiz, G., Rivera, J., Shamah, T., Rojas, R., Villalpando, S., Hernández, M and Sepúlveda Jaime. (2006). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.
43. Olaiz, G., Rivera, J., Shamah, T., Rojas, R., Villalpando, S., Hernández, M and Sepúlveda Jaime. (2012). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.
44. Organización Mundial de la Salud. (2003). *Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*. (N° 916). Ginebra.

45. Organización Mundial de la Salud. (2009). *Salud de la Mujer*. (N°334).  
<http://www.who.int>
46. Organización Mundial de la Salud. (2012). *Obesidad y sobrepeso*. (N°311).  
<http://www.who.int>
47. Pajuelo, J., Muñoz, C., Ayquipa, A., Ponciano, W. and Lopez, R. (2000). El sobrepeso, la obesidad y la anemia nutricional en la mujer adulta. *Anales de la Facultad de Medicina*, 61 (004), 265-70.
48. Pereira, R. A., Campos, M., Souza, T. and Massae, E. (2010). How many 24-hour recalls or food records are required to estimate usual energy and nutrient intake. *Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro*, 26 (11), 2101-2111.
49. Quintana, E. M. and Salas, M. (2010). Receptores solubles de transferrina como mejor indicador bioquímico para definir deficiencia de hierro Soluble transferrin receptors as best biochemical test for iron deficiency. *Acta Bioquím Clín Latinoam*, 44 (3), 311-6.
50. Ramakrishnan and Semba. (2008). *Nutrition and Health: Nutrition and Health in Developing Countries, Second Edition*
51. Ritchie, B., McNeil and Brewster, D. R. (2004). "Soluble transferrin receptor in Aboriginal children with a high prevalence of iron deficiency and infection". *Tropical Medicine & International Health*, 9 (1), 96 - 105.
52. Rivera, J., Shama, T., Villalpando, S., Gonzalez, T., Hernandez, B. and Sepúlveda, J. (2002). "Estado de nutrición de las mujeres en edad reproductiva: Resultados de la Encuesta Nacional de Nutrición 1999" *Perinatol Reprod Hum*, 16 (2), 61-73.
53. Rodak, F. (2004). *Hematología fundamentos y aplicaciones clínicas*. (2da Ed.). Buenos Aires; Médica Panamericana. 884 p.

54. Roy, C. N. and Andrews, N. C. (2005). Anemia of inflammation: the hepcidin link. *Current Opinion Hematology*, 12 (2), 107–111.
55. Rusell, R., Partt, M. (1995) Physical Activity and Public Health. *JAMA*, (273), 402- 407.
56. Salinas, A. M., Villarreal, E., Garza, M. E. and Núñez, G. M. La Investigación en Ciencias de la Salud. (2da Ed.). México. McGraw-Hill Interamericana.
57. Sanchez, C., Pichardo, E. and Lopez, P. (2004). Epidemiología de la obesidad, *Gac Méd Méx*, 140 (2).
58. Secretaria de Salud (2010). Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria: Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad. (1era Ed.). México.
59. Thankachan, P., Walczyk, T., Muthayya, S., Kurpad, A. U. and Hurrell R. F. (2008). Iron absorption in young Indian women: the interaction of iron status with the influence of tea and ascorbic acid. *Am J Clin Nutr*, (87), 881–6.
60. Thompson, F. E., and Byers, T. (1994). Dietary assessment resource manual. *J. Nutr*, 124, 2245S–2318S.
61. Thompson, F.E. and Subar, A.F. (2001). Dietary Assessment Methodology. “Nutrition in the prevention and Treatment of disease”, 2da Edición.
62. Thurnham, D. I., McCabe, L. D., Haldar, S., Weringa, F. T., Nortrop, C. A. and MaCabe, G. (2010). Adjusting plasma ferritin concentrations to remove the effects of subclinical inflammation in the assessment of iron deficiency: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, (92), 546-55.

63. Tussing, L. M., Nemeth, E., Fantuzzi, G., Freels, S., Guzman, G., Holterman A. X., et al. (2010). Elevated Systemic Hepcidin and Iron Depletion in Obese Premenopausal Females. *Obesity*, 18, 1449–1456.
64. Vulpe, C. D., Kuo, Y. M., Murphy, T. L., Cowley, L., Askwith, C., Libina, N., et al. (1999). Hephaestine, a ceruloplasmin homologue implicated in intestinal iron transport, is defective in the sla mouse. *Nat. Genet.* (21), 195-199.
65. Yanoff, L. B., Menzie, C. M., Denkinger, B., Sebring, N. G., McHugh, T., Remaley, A.T., et al. (2007). Inflammation and iron deficiency in the hypoferrremia of obesity. *International Journal of Obesity*, 31, 1412 -1419.
66. Young, M. F., Glahn, R. P., Ariza, M., Inglis, J., Olbina, G., Westerman, M., et al. (2009). Serum hepcidin is significantly associated with iron absorption from food and supplemental sources in healthy young women. *Am J Clin Nutr.* (89) 533–8. Ithaca NY.
67. Zekanowska, E., Boinska, J., Giemza, P. and Kwapisz, J. (2011). Obesity and iron metabolism. *Journal of Biotechnology, Computational Biology and Bionanotechnology. BioTechnologia*, 92(2), C147-152C. Toruń, Poland.
68. Zuñiga, A. and Orera, MA. (2002). “Genética de las sobrecargas férricas.” *An Med Interna*, (Madrid), 19(4), 195-201.

## 11. ANEXOS

### ANEXO 1

#### ALIMENTOS QUE APORTAN HIERRO

ALIMENTOS CON APORTE DE HIERRO	mg/100g	ALIMENTOS CON APORTE DE HIERRO	mg/100g
<b>CEREALES</b>	<b>HIERRO HEME</b>	<b>VERDURAS</b>	<b>HIERRO NO HEME</b>
Amaranto	2.40	Acelgas	3.8
Ajonjolí	9.50	Aguacate	0.50
Arroz	1.10	Apio	1.40
Arroz integral	1.60	Brócoli	1.10
Arroz precocido	2.90	Calabacita alargada	6.3
Avena con canela y especias	4.0	Calabacita redonda	6.4
Avena instantánea	3.5	Cebolla blanca	0.30
Avena integral instantánea preparada	3.8	Cebolla morada	1.40
Cebada	4.50	Champiñones	4.30
Centeno	3.70	Chile ancho	5.70
Cereal	29.2	Chile habanero	2.40
Cereal de avena integral, seco	28.4	Chile jalapeño	2
Cereal de salvado de trigo	14.2	Cilantro	6.10
Cuadritos de avena y cuadritos de avena con salvado.	28.4	Espárragos	1.0
Galletas marías	14	Espinaca	4.4
Galleta salada	1.60	Espinaca cocida	3.5
Galleta integral de trigo	0.30	Hoja calabaza	5.7
Hojuelas de arroz	26.5	Hoja chaya	5.6
Hojuelas de maíz	6.30	Hongo crudo	4.3
Hojuelas maíz azucaradas	2.50	Jitomatillo	6.0

## ANEXO 1 (cont.)

### ALIMENTOS QUE APORTAN HIERRO

ALIMENTOS CON APORTE DE HIERRO	mg/100g	ALIMENTOS CON APORTE DE HIERRO	mg/100g
<b>CEREALES</b>	<b>HIERRO HEME</b>	<b>VERDURAS</b>	<b>HIERRO NO HEME</b>
Hojuelas de trigo con miel	15.7	Morillas deshidratadas	43
Maicena	0.90	Morillas frescas	4.3
Maíz inflado enriquecido y azucarado	6.30	Lechuga orejona	0.60
Pan Dulce	1.30	Lechuga romana	0.40
Panque enriquecido	7.80	Nopal	0.20
Pan blanco	4.0	Papa	2.70
Pan integral	4.0	Perejil	7.20
Pan francés	3.50	Pepino	0.30
Pan tostado de caja	5.70	Quelite	6.2
Papilla de arroz deshidratada	48	Setas	4.3
Papilla de avena deshidratada	50	Tomatillo	6.9
Papilla de maíz deshidratada	30.5	Zanahoria	0.10
Pastas	2.10	<b>FRUTAS</b>	
Salvado de trigo	15	Guayaba	0.30
Trigo entero	0.90	Jicama	0.10
Tortillas de maíz blanco	2.50	Kiwi	0.40
Tortillas de maíz amarillo	1.60	Limón	0.70
<b>FRUTAS</b>		Mango manila	0.80
Pera	0.20	Manzana	0.70
Piña	0.50	Melón chino	1.30
Plátano	1.30	Naranja agria	0.80
Sandia	0.20	Naranja dulce	0.30
Toronja	0.10	Papaya	0.30

## ANEXO 1 (cont.)

### ALIMENTOS QUE APORTAN HIERRO

ALIMENTOS CON APORTE DE HIERRO	mg/100g	ALIMENTOS CON APORTE DE HIERRO	mg/100g
<b>CARNES</b>	<b>HIERRO</b>	<b>LEGUMINOSAS</b>	<b>HIERRO NO HEM</b>
Atún	1.20	Alverjón crudo	7.4
Agujas de res	1.80	Cacahuete	2.40
Almeja fresca	13.8	Chícharo	1.20
Camarón cocido	5.8	Chícharo seco crudo	7.4
Cecina de res y cerdo	4.6	Frijol bayo	5.70
Carne de res	2.30	Frijol blanco	4.60
Carne de res, seca	9.70	Frijol negro	4.70
Carne molida de res	3.10	Garbanzo	9
Hígado	6.6	Haba cruda	7.4
Hígado de carnero	11	Haba cocida	7.1
Hígado de cerdo	18	Hamburguesa vegetariana	3.1
Hígado de pato	30.6	Harina de frijol	13.3
Hígado de pollo	8.5		
Ostión ahumado y empanizado	6.9	Harina de haba	18.1
Pollo	0.90	Harina de lenteja	20
Pulmón de cerdo	18.8	Lenteja cocida	3.3
Salchicha	1.10	Nuez de castilla	3.3
		Piñon	4.40
		Pistache	7.30

(Muñoz et al, 2006; Marván et al, 2000)

## ANEXO 2

### CUESTIONARIO DE CRITERIOS

#### OBESIDAD, RESERVAS DE HIERRO, E INGESTA DIETÉTICA DE HIERRO EN MUJERES UNIVERSITARIAS

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

Sexo: \_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_ Estado civil: \_\_\_\_\_ Participante # \_\_\_\_\_

1. Presentas alguna enfermedad: Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ ¿Cual? \_\_\_\_\_
2. Practicas algún deporte: Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ ¿Cuántas días a la semana? \_\_\_\_\_
3. ¿Qué deporte practicas? \_\_\_\_\_
4. ¿Cuántas horas entrenas? \_\_\_\_\_
5. ¿Eres deportista de alto rendimiento? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
6. ¿Estás embarazada? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
7. ¿Tienes hijos? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
8. ¿Cuántos hijos tienes? \_\_\_\_\_
9. ¿A qué edad tuviste tu primera menstruación? \_\_\_\_\_
10. En este mes ¿Qué día tendrás tu menstruación? \_\_\_\_\_
11. ¿Cada cuando tienes tu menstruación? \_\_\_\_\_
12. ¿Cuántos días te dura el flujo de tu menstruación? \_\_\_\_\_
13. Tu flujo es: Leve \_\_\_\_ Moderado \_\_\_\_ Alto \_\_\_\_
14. Tu menstruación es: Regular \_\_\_\_ o Irregular \_\_\_\_
15. En el último año ¿Has tenido alguna cirugía? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Recientemente:

16. ¿Has tenido un accidente? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
17. ¿Has presentado hemorragias? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
18. ¿Tienes tratamiento de suplementación con hierro inyectado? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
19. ¿Tienes tratamiento de Radiación o Quimioterapia? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
20. En los últimos tres meses ¿Has recibido o donado sangre? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

#### Llenado por investigadores

Cumple con criterios Si ( ) No ( )

Código Participante \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

### ANEXO 3

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN  
MAESTRIA EN CIENCIAS EN NUTRICIÓN

#### HOJA DE REGISTRO

##### ***Datos personales***

Nombre:

Nombre(s)	Apellido Paterno	Apellido Materno
Domicilio:		
Calle	Numero	Colonia
Municipio	Estado	Código postal
Teléfonos		Correo electrónico

Fecha de nacimiento:

\_\_\_\_\_

Día

Mes

Año

Estado civil: Soltera ( ) Casada ( ) Unión libre ( ) Divorciada ( ) Viuda ( )

##### ***Estudios***

¿En qué facultad estudias? \_\_\_\_\_

¿Carrera que estudias? \_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_

##### ***Datos laborales***

¿Actualmente trabajas? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

¿Donde trabajas? \_\_\_\_\_

Tiempo parcial \_\_\_\_\_ Tiempo completo \_\_\_\_\_

¿Cuántas horas por semana trabajas? \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## ANEXO 4

Participante # \_\_\_\_\_

### FICHA ANTROPOMÉTRICA

Peso habitual: \_\_\_\_\_ Peso recomendable: \_\_\_\_\_ Complejión: \_\_\_\_\_

<b>Fecha:</b>	<b>Evaluación</b>		
	Valor	Valor	Interpretación
Talla (m)			
Peso (kg)			
Fat (%)			
Water (%)			
Muscle (kg)			
PHY rate			
BMR			
Met Age			
Bone (kg)			
Visceral			
CM (cm)			
CB (cm)			
Cintura (cm)			
Cadera (cm)			
ICC			
IMC			

**Diagnóstico nutricional:**

Fecha	Diagnóstico

## ANEXO 5

### FICHA BIOQUÍMICA

Participante # \_\_\_\_\_

	Evaluación		
Fecha:	1		
Indicadores bioquímicos	Resultado	Valor de referencia	Interpretación
Hemoglobina (g/dL)		12.0-16.0	
Hematocrito (%)		37 – 47	
Ferritina (µg/dL)		100 ± 60	
Transferrina (mg/dL)		200-250	
Receptor soluble de Transferrina (mg/L)		1.15-2.75	

**Observaciones:**


## ANEXO 6



### UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN MAESTRIA EN CIENCIAS EN NUTRICIÓN



### HISTORIA CLÍNICA NUTRICIONAL

#### 1. DATOS GENERALES

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

Sexo: \_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_ Estado civil: \_\_\_\_\_ Escolaridad: \_\_\_\_\_ Participante # \_\_\_\_\_

Actividad: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_ Originario: \_\_\_\_\_ Residencia en: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_

AHF: \_\_\_\_\_

APP: \_\_\_\_\_

<i>Diagnostico</i>	<i>Patología</i>			
Anemia	Diabetes		Cáncer	
Desnutrición	Hipertensión		Cirrosis	
Bajo peso	Insuficiencia renal		Alcoholismo	
Normal	Colesterol		<b>Tabaquismo</b>	
Sobrepeso	Triglicéridos		Otros:	
Obesidad	Tiroides			

Otros: \_\_\_\_\_

**Si tu respuesta es que si fumas favor de contestar lo siguiente:**

1. ¿Cada cuando fumas? \_\_\_\_\_
2. ¿Cuántos cigarros al día fumas? \_\_\_\_\_

#### 2. DATOS CLINICOS

##### a) Exploración física

Pelo		Lengua		Piel	
Conjuntivas		Encías		Abdomen	
Boca		Cuello		Edema	
Palidez		Uñas		Deshidratación	

Te da la ansiedad por consumir hielo o tierra: \_\_\_\_\_

##### b) Menstruación

Menarca: \_\_\_\_\_ (primera menstruación). Día de menstruación: \_\_\_\_\_

Cada cuando tienes tu menstruación: \_\_\_\_\_ Cuantos días te dura \_\_\_\_\_

Tu flujo es: Leve \_\_\_\_ Moderado \_\_\_\_ Alto \_\_\_\_

¿Tu menstruación es regular?: \_\_\_\_\_

¿Cuándo fue tu última menstruación? \_\_\_\_\_

¿Cuándo sería tu siguiente menstruación? \_\_\_\_\_

**c) Alteraciones del tracto gastrointestinal**

Condiciones dentadura		Diarrea		Estreñimiento	
Problemas masticación		Náusea		Colitis	
Problemas deglución		Gastritis			
Vómito		Úlcera		Otras:	

**d) Factores de riesgo nutricional**

Infecciones ( ) Anemia ( ) Otros \_\_\_\_\_

Recientemente:

Has perdido peso durante el último mes \_\_\_\_\_ kg. % de variación \_\_\_\_\_

**e) Tratamientos especiales que está recibiendo:**

1. Toma suplementos /vitaminas: Si  No

Si respondió Si, mencione tipo, nombre y dosis:

2. Toma medicamentos: Si  No

Si respondió Si, mencione tipo, nombre y dosis:

3. Toma anticonceptivos: Si  No

Si respondió Si, mencione tipo, nombre y dosis:

### 3. DATOS DIETÉTICOS

#### a) Frecuencia Alimentaria (1/7)

Leche	Mariscos	Arroz/pasta	Frutas	Refrescos		
Queso	Embutidos	Papa	Verduras	Café		
Carne roja	Vísceras	Pan	Azucares	Picantes		
Pollo	Huevo	Tortilla	Edulcorante	Sal		
Pescado	Cereales	Leguminosas	Aceite			

No de comidas al día \_\_\_\_\_ Cantidad de agua para beber/día \_\_\_\_\_

Intolerancias o alergias alimentarias: \_\_\_\_\_

Alimentos que disgustan: \_\_\_\_\_

Alimentos que prefiere: \_\_\_\_\_

#### b) Durante el último mes su ingesta de alimentos ha sido:

Incrementada ( )

Igual ( )

Disminuida ( ) Limitada ( )

Especificar: \_\_\_\_\_

¿Actualmente está haciendo a cabo o hizo algún tipo de dieta?: \_\_\_\_\_ Cuando: \_\_\_\_\_

Tipo de dieta: \_\_\_\_\_ Consiste en: \_\_\_\_\_

¿Cómo se siente? \_\_\_\_\_

## ANEXO 7

### CUESTIONARIO DE FRECUENCIA DE CONSUMO

CONSUMO DURANTE ESTE AÑO											
	PORCIÓN	MARCA	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DIA			
				1-3	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
CEREALES											
Avena con canela y especias											
Avena instantánea											
Avena integral instantánea preparada											
Galletas marías											
Galleta salada											
Galleta integral de trigo											
Hojuelas de arroz											
Hojuelas de maíz											
Hojuelas de maíz azucaradas											
Hojuelas de trigo con miel											
Maicena											
Pan Dulce											
Panque enriquecido											
Pan blanco											
Pan integral											
Pan francés											
Papilla de arroz deshidratada											
Papilla de avena deshidratada											
Papilla de maíz deshidratada											
Pastas											
Salvado de trigo											
Trigo entero											
Tortillas de maíz blanco											
Tortillas de maíz amarillo											

**ANEXO 7 (cont.)**

**CUESTIONARIO DE FRECUENCIA DE CONSUMO**

				AL	A LA			AL DIA			
				MES	SEMANA						
	PORCIÓN	MARCA	NUNCA O CASI NUNCA	1-3	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
CEREAL DE DESAYUNO											
Cereal de avena integral, seco											
Cereal de salvado de trigo											
Cuadritos de avena y con salvado.											
Hojuelas de maíz											
Hojuelas de maíz azucaradas											
Hojuelas de arroz											
Hojuelas de trigo con miel											
Maíz inflado enriquecido y azucarado											

ANEXO 7 (cont.)

CUESTIONARIO DE FRECUENCIA DE CONSUMO

	PORCIÓN	MARCA	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DIA			
				1-3	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
VERDURAS											
Acelgas											
Aguacate											
Apio											
Brócoli											
Calabacita alargada											
Calabacita redonda											
Cebolla blanca											
Cebolla morada											
Champiñones											
Chile ancho											
Chile habanero											
Chile jalapeño											
Cilantro											
Espárragos											
Espinaca											
Espinaca cocida											
Hoja calabaza											
Hoja chaya											
Hongo crudo											
Jitomate											
Moras deshidratadas											
Moras frescas											
Lechuga orejona											
Lechuga romana											
Nopal											
Papa											
Perejil											
Pepino											
Quelite											
Setas											
Tomatillo											

**CUESTIONARIO DE FRECUENCIA DE CONSUMO**

	PORCIÓN	MARCA	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DIA			
				1-3	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
<b>FRUTAS</b>											
Guayaba											
Jicama											
Kiwi											
Limón											
Mango manila											
Manzana											
Melón chino											
Naranja agria											
Naranja dulce											
Papaya											
Pera											
Piña											
Plátano											
Sandía											
Toronja											
<b>LEGUMINOSAS</b>											
Alverjón crudo											
Cacahuete											
Chícharo											
Chícharo seco crudo											
Frijol bayo											
Frijol blanco											
Frijol negro											
Garbanzo											
Haba cruda											
Haba cocida											
Hamburguesa vegetariana											
Harina de frijol											
Harina de haba											
Harina de lenteja											
Lenteja cocida											
Nuez de castilla											
Piñon											
Pistache											

## ANEXO 8

### DIARIO DE REGISTRO DE ALIMENTOS

TIEMPO DE COMIDA	RACIONES DE COMIDA	PORCIÓN
DESAYUNO  Hrs_____		
COLACIÓN  Hrs_____		
COMIDA  Hrs_____		
COLACIÓN  Hrs_____		
CENA  Hrs_____		

**Instrucciones:**

Se registrará cada uno de los alimentos consumidos con medidas caseras, piezas o gramos. Preferentemente favor de pesar cada alimento excepto cuando se encuentre fuera de casa. Si tiene alguna duda comuníquese al correo: [nancy\\_110189@hotmail.com](mailto:nancy_110189@hotmail.com). **GRACIAS**

## ANEXO 9

### CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPACION EN ESTUDIO DE INVESTIGACION

**TITULO:** Obesidad, reservas de hierro e ingesta dietética de hierro en mujeres universitarias.

**NUMERO DE PROTOCOLO:** 13-FaSPyn-SA-29

**PATROCINADOR:** Universidad Autónoma de Nuevo León

#### INVESTIGADORES:

**M.Sc. Alexandra Tijerina, *Investigador Responsable.***

Profesor Asociado en la Facultad de Salud Pública y Nutrición (FaSPyN) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

**Lic. en Nut. Nancy Edith Martínez Garza *Co-Investigador***

Estudiante de Maestría en Ciencias en Nutrición de la Facultad de Salud Pública y Nutrición de la Universidad Autónoma de Nuevo León

**Ph.D. Elizabeth Solís Pérez, NC, *Co-Investigador.***

Profesor Titular en la Facultad de Salud Pública y Nutrición (FaSPyN) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

**LUGAR:** Este estudio se llevará a cabo en las facultades de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Las mediciones, captura de datos y sus análisis se realizarán en la Facultad de Salud Pública y Nutrición (FaSPyN) de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

**NÚMERO DE TELÉFONO:** Si tiene alguna duda o comentario, favor de comunicarse con la Lic. en Nut. Nancy Edith Martínez Garza al teléfono de oficina (81)1340-4890 ext. 3074 o cel. 8110402028

Esta hoja de consentimiento puede contener palabras que usted no entienda. Por favor pregunte al investigador responsable o a cualquier personal del estudio para que le explique cualquier palabra o información que usted no entienda claramente. Usted puede llevarse a su casa una copia de este consentimiento para pensar sobre este estudio o para discutir con su familia o amigos antes de tomar su decisión.

## **I- INTRODUCCION**

Usted ha sido invitado a participar en un estudio de investigación. Antes de que usted decida participar en el estudio por favor lea este consentimiento cuidadosamente. Haga todas las preguntas que usted tenga, para asegurarse de que entienda los procedimientos del estudio, incluyendo los riesgos y los beneficios.

## **II- PROPÓSITO DEL ESTUDIO:**

En la actualidad en nuestro país y en el mundo, existen problemas nutricionales de la mujer entre los que se encuentra la obesidad y la anemia ferropénica los cuales tienen un papel relevante en la salud de las mujeres en edad reproductiva. En las mujeres con sobrepeso u obesidad se presenta la coexistencia de un exceso en la ingesta de energía y una deficiencia en la ingesta de micronutrientes tales como el hierro. Esto puede deberse a la mala nutrición o por el aumento en los requerimientos del mismo micronutriente, principalmente por las pérdidas fisiológicas de hierro debido a la menstruación. También se quiere saber la ingesta de hierro así como sus reservas en mujeres sin importar su estado nutricional. El propósito de este estudio es determinar la ingesta dietética y reservas de hierro en mujeres en edad reproductiva con diferente índice de masa corporal.

## **III- PARTICIPANTES DEL ESTUDIO:**

Serán incluidas aquellas mujeres que se consideren sanas, entre 18 y 25 años de edad, de cualquier facultad de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Serán excluidas adolescentes menores de 18 y mujeres mayores de 25 años, mujeres con ciclos menstruales irregulares, embarazadas o que hayan presentado embarazos previos. Así mismo se descartarán quienes hayan tenido cirugías en menos de 1 año, hemorragias tanto accidentales como gastrointestinales entre otras, igualmente quienes tengan tratamiento de suplementación de hierro inyectado o aquellas que hayan recibido transfusión o hayan donado sangre, así mismo quienes reciban tratamiento de Radiación o Quimioterapia. Además serán excluidas aquellas mujeres deportistas de alto rendimiento. Serán eliminadas mujeres que se hayan embarazado durante el periodo de participación o quienes deseen no participar más en el mismo.

**El estudio es completamente voluntario. Usted puede abandonar el estudio en cualquier momento sin ser penalizado ni perder los beneficios.**

**Esperamos contar con la participación de alrededor de 150 mujeres universitarias.**

## **IV- PROCEDIMIENTOS:**

En la primera fase del estudio, usted acudirá a una sesión informativa en la cual hará un cuestionario de 19 preguntas concretas que le tomarán como máximo 2 minutos.

Si al analizar el cuestionario usted cumple con las características, si lo desea usted podrá participar en la segunda fase del estudio. Y se le proporcionará el consentimiento informado.

Si usted es seleccionada para continuar a la 2da fase del estudio, su participación durará 4 semanas a partir de su selección. De lo contrario, su participación terminará el día de la sesión informativa.

La segunda fase del estudio se realizará el mismo día de la sesión informativa donde después de firmar el consentimiento informado, realizará una hoja de registro y posteriormente contestara una historia clínica la cual se utiliza para conocer su dieta y actividad física.

La tercera fase se programara en días posteriores, en la cual se le realizaran mediciones bioquímicas, por personal calificado en el cual se tomará una muestra de sangre en ayunas de 10 a 12 horas a las 8 am en la Facultad de Salud Pública y Nutrición de la Universidad Autónoma de Nuevo León para realizar las siguientes determinaciones; hemoglobina, hematocrito, ferritina, transferrina y receptor de transferrina. Ese mismo día se ejecutará las mediciones antropométricas de rutina como peso y talla. Y se evaluará su consumo de alimentos de dos formas distintas: cuestionario de frecuencia el cual se realizará ese mismo día y un diario de alimentos el cual usted registrara lo que consuma durante 15 días consecutivos este lo entregara en días posteriores a los registrados. Todo esto se realizará para que la valoración de ingesta de hierro sea más precisa. Se realizara una evaluación clínica en la que se observara signos y síntomas de las participantes para determinar si cuentan con anemia ferropénica.

#### **V-RIESGOS:**

No existen riesgos previstos en este estudio. Sin embargo; si usted es seleccionada podría presentar incomodidad al realizarle las mediciones antropométricas y bioquímicas.

#### **VI- BENEFICIOS**

Los beneficios personales de cada una de las participantes es saber su estado nutricional, además de sus reservas de hierro corporales y así adecuar su alimentación para no padecer de una anemia ferropénica y evitar complicaciones de ésta.

Se otorgaran beneficios tanto a nuestro país como al mundo de la importancia del consumo de alimentos ricos en hierro y de la importancia de la evaluación de los indicadores bioquímicos de hierro en pacientes con normopeso y obesidad además con los resultados de esta investigación se impactara en los programas de suplementación creando así la suplementación desde la etapa de la mujer en edad reproductiva.

#### **VII- COSTOS**

Participar en este estudio no tendrá costo alguno para usted.

## VIII- INCENTIVO PARA LAS PARTICIPANTES

No habrá incentivos monetarios para las participantes. Sin embargo, se les dará gratuitamente los resultados de sus evaluaciones de rutina durante su participación en el estudio (incluyendo únicamente las realizadas para este estudio).

## IX- PRIVACIDAD Y CONFIDENCIALIDAD

Si usted elige participar en este estudio, el investigador responsable, o la persona que éste designe, recopilará información personal sobre usted.

El investigador puede también conseguir su información sobre la salud incluyendo:

- Expedientes médicos de ahora y el pasado (resultados de laboratorios, placas o exámenes físicos).
- Expedientes de la investigación sobre las visitas de estudio, diarios y cuestionarios.
- Expedientes sobre llamadas telefónicas hechas como parte de esta investigación.

Información sobre usted y sobre su salud, que puede identificarle a usted, podría ser brindada a otros para realizar este estudio de investigación. El patrocinador analizará y evaluará los resultados del estudio. Además, personal del patrocinador y de sus consultores podrán estar visitando el lugar de investigación. Ellos observarán cómo se hace el estudio, y repasarán la información suya para este propósito.

Los resultados de esta investigación serán publicados en revistas científicas o ser presentados en las reuniones médicas, pero su identidad no será divulgada.

**La información de su salud será mantenida tan confidencial como sea posible bajo la ley.** Sin embargo, esta información no podrá ser protegida por las reglas de privacidad una vez que se divulgue a nuestros asociados y pueda ser compartida con otros.

Esta autorización servirá hasta el final del estudio, a menos que usted la cancele antes. Usted puede cancelar esta autorización en cualquier momento dejando un aviso por escrito al Investigador Responsable M.Sc. Alexandra Tijerina o al Co-Investigador Lic. Nut Nancy Edith Martínez Garza.

Si usted cancela esta autorización, el Investigador Responsable no usará ni divulgará su información personal ni de su salud. Esta información sólo se divulgará en caso que se necesite la información personal de su salud para preservar la integridad científica del estudio. La información sometida antes de que usted cancele esta autorización puede ser utilizada por los asociados.

La autorización para el uso y el acceso de la información protegida de la salud para los propósitos de la investigación es totalmente voluntaria. Sin embargo, de no firmar este documento usted no podrá participar en este estudio. Si en el futuro usted cancela esta autorización, no podrá continuar participando en este estudio.

## **X- PARTICIPACIÓN Y RETIRO VOLUNTARIOS**

La participación suya en este estudio es **voluntaria**. Usted puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento. La decisión suya no resultará en ninguna penalidad o pérdida de beneficios para los cuales tenga derecho. De ser necesario, su participación en este estudio puede ser detenida en cualquier momento por el investigador del estudio o por el patrocinador sin su consentimiento.

## **XI- FONDOS PARA PAGAR EL ESTUDIO**

Este estudio está patrocinado por la UANL para conducir el mismo.

## **XII- PREGUNTAS**

Si tiene alguna pregunta sobre este estudio o sobre su participación en el mismo, usted puede contactar a:

M.Sc. Alexandra Tijerina Sáenz, ***Investigador Responsable***.

Profesor Asociado en la Facultad de Salud Pública y Nutrición (FaSPyN) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Correo electrónico: [alexandra.tijerinas@uanl.mx](mailto:alexandra.tijerinas@uanl.mx)

Lic. Nut. Nancy Edith Martínez Garza, **Co-Investigador**

Estudiante de la Maestría en Ciencias en Nutrición de la Facultad de Salud Pública y Nutrición de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Correo electrónico: [nancy\\_110189@hotmail.com](mailto:nancy_110189@hotmail.com)

**HOJA DE CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPACION EN ESTUDIO DE  
INVESTIGACION**

**TITULO:** Obesidad, reservas de hierro e ingesta dietética de hierro en mujeres universitarias.

**NUMERO DE PROTOCOLO:** 13-FaSPyN-SA-29

**XII- CONSENTIMIENTO:**

He leído la información de este consentimiento, todas mis preguntas sobre el estudio y mi participación han sido atendidas y resueltas.

Yo autorizo el uso y la divulgación de mi información de salud a las entidades antes mencionadas en este consentimiento para los propósitos descritos anteriormente.

---

Nombre del Participante

---

Firma del Participante

---

Fecha

---

Firma del Investigador Principal

---

Fecha