



**Centro de Investigación en Alimentación y  
Desarrollo, A.C.**

**ESTADO NUTRICIO DE HIERRO Y CALCIO EN ADULTOS  
HERMOSILLENSES CON DIETAS VEGETARIANAS QUE  
INCLUYEN O NO SUPLEMENTOS DE MICRONUTRIMENTOS**

---

Por:

**Enid Guadalupe Almada Del Cid**

TESIS APROBADA POR LA

COORDINACIÓN DE NUTRICIÓN

Como requisito para obtener el grado de

**MAESTRÍA EN CIENCIAS**

## APROBACIÓN

Los miembros del comité designado para la revisión de la tesis de Enid Guadalupe Almada Del Cid, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias



---

Dra. Rosa Olivia Méndez Estrada  
Directora de Tesis



---

Dra. Graciela Caire Juvera  
Integrante del comité de tesis



---

Dr. Luis Quihui Cota  
Integrante del comité de tesis



---

M. C. Adriana Verónica Bolaños Villar  
Integrante del comité de tesis

## DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

La información generada en la tesis “Estado Nutricio de Hierro y Calcio en Adultos Hermosillenses con Dietas Vegetarianas que Incluyan o No Suplementos de Micronutrientes es propiedad intelectual del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso específico de la autora Enid Guadalupe Almada Del Cid, siempre y cuando se dé crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita de quien ocupe la titularidad de la Dirección General del CIAD.

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa autorización escrita del manuscrito e cuestión del director(a) de tesis.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN  
ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO, A.C.  
Coordinación de Programas Académicos

Dr. Pablo Wong González  
Director General

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo recibido durante la realización del posgrado.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. por abrirme las puertas para realizar este posgrado y por las facilidades recibidas para la realización de este.

A la Dra. Rosa Olivia Méndez Estrada, por darme la oportunidad y confianza para ser parte de su equipo de trabajo. Gracias por todo el apoyo recibido, por los conocimientos y consejos compartidos durante la realización de este proyecto.

A los miembros de este comité de tesis, la Dra. Graciela Caire Juvera, la M.C. Adriana Bolaños y el Dr. Luis Quihui Cota, por todo su tiempo, conocimientos y consejos para guiar este trabajo.

A Diana Sofía, por todo el apoyo brindado y disposición como prestadora de servicio social durante la realización de este proyecto, pero sobre todo, gracias por tu amistad.

A Cristian, gracias por el apoyo y disposición durante su estancia como prestadora de servicio social.

Al M.C. Orlando Tortoledo Ortiz, por sus enseñanzas y disposición de apoyo técnico en todo momento durante la realización de este proyecto.

Al Dr. Rogelio Ramos Enríquez, por brindar su apoyo técnico y conocimientos durante la realización de este proyecto.

Un agradecimiento especial a cada una de las personas que participó como voluntario(a) de este proyecto, sin ustedes no hubiera sido posible este trabajo, ¡MUCHAS GRACIAS!

## **DEDICATORIA**

A Dios, por bendecirme y permitir que llegara hasta el final de esta etapa.

A mi abuelita Guadalupe Félix, especialmente a ti, quién has sido el pilar más grande e importante durante todo mi crecimiento y formación. Gracias por todo el amor, cariño y apoyo incondicional que me has mostrado durante todas las etapas de mi vida. Agradezco a Dios por tenerte aún entre nosotros. ¡Te amo!

A mis padres, en especial a ti papá, hasta dónde te encuentres, con mucho amor y cariño.

A mi familia y amigos, quienes han mostrado su cariño y apoyo a lo largo de mi vida.

A Sergio, por ser una parte muy especial e importante de mi vida y demostrar tu gran apoyo y permanencia en los mejores momentos y en los más difíciles. ¡Te amo!

## CONTENIDO

<b>APROBACIÓN</b> .....	2
<b>DECLARACIÓN INSTITUCIONAL</b> .....	3
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	4
<b>DEDICATORIA</b> .....	5
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	8
<b>RESUMEN</b> .....	9
<b>ABSTRACT</b> .....	10
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN</b> .....	13
2.1. Función Biológica del Hierro y del Calcio.....	13
2.1.1. Metabolismo del Hierro y del Calcio.....	13
2.1.2. Recomendaciones Dietarias de Hierro y Calcio.....	15
2.1.3. Deficiencias Nutricionales de Hierro y Calcio.....	15
2.2. Definición y Clasificación de Dietas Vegetarianas.....	16
2.2.1. Impacto en el Estado Nutricio de Hierro y Calcio.....	18
2.2.2. Biodisponibilidad de Hierro y Calcio en Dietas Vegetarianas.....	19
2.2.3. Alimentos Aportadores de Hierro y Calcio en Dietas Vegetarianas.....	20
2.2.4. Aporte de Vitamina B <sub>12</sub> y Vitamina C en Dietas Vegetarianas.....	21
2.3. Suplementación y Fortificación de Micronutrientes.....	22
2.3.1. Suplementación y Fortificación de Hierro.....	23
2.3.2. Suplementación de Calcio.....	24
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	26
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	27
4.1 Objetivo General.....	27
4.2 Objetivos Particulares.....	27
<b>5 MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	28
5.1 Diseño del Estudio y Sujetos.....	28
5.2 Cuestionarios.....	29
5.2.1 Cuestionario de Datos Generales.....	29
5.2.2 Cuestionarios de Consumo de Alimentos.....	29
5.2.3 Cuestionario de Nivel de Actividad Física.....	30
5.2.4 Cuestionario de Nivel Socioeconómico.....	30
5.3 Medición Hemoglobina y Hematocrito.....	31
5.4 Medición de Ferritina.....	31
5.5 Evaluación Antropométrica.....	32
5.6 Medición de Densidad Mineral Ósea .....	32
5.7 Análisis Estadístico .....	33

## CONTENIDO (continuación)

<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	34
6.1 Información dietaria.....	36
6.2 Estado Nutricio de Hierro.....	42
6.3 Estado Nutricio de Calcio.....	44
<b>7. CONCLUSIÓN</b> .....	49
<b>8. RECOMENDACIONES</b> .....	50
<b>9. REFERENCIAS</b> .....	51

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1 Características generales del total de los participantes (n=86).....	35
2 Consumo diario estimado de micronutrientos, suplementos y otros componentes dietarios del total de los participantes (n=86).....	37
3 Consumo diario estimado de micronutrientos, suplementos y otros componentes dietarios de las participantes mujeres (n=76).....	39
4 Consumo diario estimado de micronutrientos, suplementos y otros componentes dietarios de los hombres participantes (n=10).....	41
5 Información de los niveles de ferritina, casos de anemia y algunos de los parámetros hematológicos de la citometría hemática. ....	42
6 Comparación de los niveles de Densidad mineral ósea en los sujetos del grupo control (GC), con dietas ovo-lactovegetarianas (GDOV) y dietas veganas (GDV), ajustadas por IMC y consumo de calcio (n=86).....	45
7 Comparación del porcentaje de casos con estado óseo normal, osteopenia y osteoporosis en cuello de fémur, fémur total y región lumbar (L2-L4) de las y los participantes del grupo control, con dieta ovo-lactovegetariana y dieta vegana (n=86)....	46
8 Correlación de la densidad mineral ósea con el área lumbar, femoral total y cuello de fémur con variables dietarias, antropométricas, actividad física y edad.....	47

## RESUMEN

Desde finales del siglo XX, las dietas vegetarianas han ganado popularidad, debido a que parecen tener efectos protectores en la salud como la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles. Sin embargo, la restricción parcial o total de alimentos de origen animal compromete el estado nutricional de micronutrientes como hierro y calcio. El objetivo de este estudio fue evaluar el estado nutricional de hierro y calcio en adultos hermosillenses con dietas variadas (GC), dietas ovo-lactovegetarianas (GDOV) y veganas (GDV), con o sin suplementos de micronutrientes. El estudio fue transversal analítico donde participaron hombres adultos y mujeres en etapa premenopáusicas. El consumo dietario se estimó aplicando dos recordatorios de 24h, el estado nutricional de hierro se evaluó con los niveles de hemoglobina y ferritina sérica y el de calcio con medición de densidad mineral ósea (DMO) lumbar, fémur total y cuello de fémur. Se analizaron 86 participantes, 76 mujeres y 10 hombres (47, 22 y 17 en los grupos GC, GDOV y GDV, respectivamente). En mujeres, el consumo de hierro fue menor en el grupo GC ( $p < 0.05$ ) y el de calcio en los grupos GDOV y GDV ( $p < 0.05$ ). En hombres, no se encontraron diferencias en el consumo de hierro ( $p > 0.05$ ), pero el de calcio fue menor en el grupo GDV ( $p < 0.05$ ). El 68.2% y el 88.2% de los participantes de los grupos DOV y DV, respectivamente, utilizaron suplementos con hierro y calcio. No hubo diferencias en el valor promedio de hemoglobina ni en los niveles de ferritina sérica ( $p > 0.05$ ) entre los tres grupos, pero 4 mujeres (2 en el grupo GDOV y 2 en el grupo GDV) presentaron anemia. Los valores de la DMO de las tres regiones óseas medidas fueron menores en los grupos GDOV y GDV comparados con el GC ( $p < 0.05$ ). La prevalencia de osteopenia fue mayor en los grupos con GDOV y GDV en las tres regiones óseas ( $p < 0.05$ ), mientras que solo se presentaron dos casos de osteoporosis en el grupo con GDV, uno en una mujer y uno en un hombre. En conclusión, las personas con dietas ovo-lactovegetarianas y veganas requieren asegurar el aporte de hierro y calcio biodisponibles y regular el consumo de inhibidores y favorecedores de su absorción, dado que los casos de anemia ferropénica y osteoporosis se presentaron solo en participantes bajo régimen dietario restrictivo de alimentos de origen animal.

**Palabras claves:** Dietas vegetarianas, Densidad mineral ósea, Calcio, Hierro.

## ABSTRACT

Since the end of the 20<sup>th</sup> century, vegetarian diets have gained popularity because they may have protective effects on health such as the prevention of non-communicable diseases. However, the partial or total restriction of foods of animal origin compromise the nutritional status of micronutrients such as iron and calcium. The objective of this study was to evaluate the nutritional status of iron and calcium in adults from Hermosillo with varied diets as a control group (GC), ovo-lacto-vegetarian diets (GDOV) and vegan diets (GDV), with or without micronutrient supplements. This was a cross-sectional study and its participants included adult men and premenopausal women. Dietary intake was estimated by applying two 24-hour dietary recalls, the nutritional status of iron was evaluated using levels of hemoglobin and serum ferritin, and calcium status was estimated by the measurement of lumbar, total hip and femoral neck bone mineral density (BMD). A total of 86 participants were analyzed, 76 women and 10 men (47, 22 and 17 in GC, GDOV and GDV groups respectively). In women, iron intake was lower in the GC ( $p<0.05$ ) and calcium intake in GDOV and GDV groups ( $p<0.05$ ). In the men group, no differences were found in the iron intake among groups ( $p>0.05$ ), but calcium intake was significantly lower in the GDV group ( $p<0.05$ ). Respectively, 68.2% and 88.2% of the participants in GDOV and GDV groups, used iron and calcium supplements. There were no differences in the mean hemoglobin value ( $p>0.05$ ) and the serum ferritin levels ( $p>0.05$ ) between the three groups, although 4 women (2 in the GDOV and 2 in the GDV) reported anemia. The BMD values of the three measured regions were lower in the GDOV and GDV groups ( $p<0.05$ ). The prevalence of osteopenia was higher in the GDOV and GDV groups in the three measured regions ( $p<0.05$ ), while only two cases of osteoporosis occurred in the GDV group, one in a woman and one in a man. In conclusion, participants with ovo-lacto-vegetarian and vegan diets need to ensure the supply of bioavailable iron and calcium and regulate the intake of their inhibitors and promoters of absorption, since the cases of iron deficiency anemia and osteoporosis occurred only in participants with restrictive diets of foods of animal origin.

**Keywords:** Vegetarian diets, bone mineral density, calcium, iron.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estado nutricional es la condición que refleja la salud de un individuo en un momento determinado. El consumo y metabolismo de nutrientes define el estado nutricional de una persona y puede evaluarse a través de varios marcadores y métodos de referencia (Cuevas *et al.*, 2014). Una alimentación adecuada y saludable se planifica con base en los requerimientos individuales de cada persona. Por ello, se recomienda que la dieta sea equilibrada, inocua, variada, suficiente, completa y adecuada de acuerdo a la edad, sexo, el estado metabólico y nutricional de cada persona. La adopción sin planificación de dietas restrictivas de nutrientes, como las dietas vegetarianas, pueden poner en riesgo de deficiencia nutricional a quienes las adoptan.

La dieta omnívora o variada es aquella que proporciona la energía y los nutrientes requeridos a través de fuentes de alimentos de origen animal y vegetal, sin tener restricción de ninguno de los grupos derivados de estos. Las características anatómicas y fisiológicas de los humanos, muestran que éste es el patrón ideal que provee todos los nutrientes al consumirse en las cantidades adecuadas, de acuerdo a las necesidades individuales de las personas (Cordain *et al.*, 2005).

Por otra parte, la preferencia a la adopción de dietas vegetarianas es frecuente en personas jóvenes y adultas, quienes consideran los efectos protectores en la salud de dichas dietas. La preocupación de la selección de estas dietas, es el desconocimiento de una alimentación adecuada que puede comprometer el estado de salud. En este sentido, el mayor riesgo nutricional se presenta en el estado de hierro, calcio, zinc, vitamina B<sub>12</sub> y vitamina D (Craig y Mangels, 2009).

Algunos estudios realizados en Brasil y la India han reportado que las personas con dietas vegetarianas tienen un menor consumo de hierro en comparación con las personas con dietas variadas, lo cual condiciona a un estado nutricional deficiente de este mineral (Goulart *et al.*, 2013; Chai *et al.*, 2019). Sin embargo, en Corea se ha reportado que las personas con dietas vegetarianas pueden tener un estado nutricional de hierro adecuado, cubriendo la recomendación de este mineral a través de estos patrones dietarios (Lee y Krawinkel, 2011).

Respecto al calcio, a través de estudios de cohorte se ilustró que las personas con dietas vegetarianas, especialmente las que llevan una dieta vegana, tienen un mayor riesgo de presentar una fractura comparadas con las que tienen una dieta variada. Ello, se atribuyó principalmente a un bajo consumo de calcio y de baja biodisponibilidad (Appleby *et al.*, 2007).

La biodisponibilidad de hierro y calcio representa un factor importante que se ve comprometido en las dietas vegetarianas. Ello, debido principalmente a la ausencia de algunos favorecedores de absorción y una alta presencia de inhibidores que limitan la absorción de estos minerales. Los principales favorecedores de la absorción de hierro y calcio son las proteínas de origen animal y la lactosa para el calcio, los cuales se encuentran ausentes en las dietas vegetarianas. Mientras que los inhibidores que tienen mayor presencia son los fitatos que se encuentran en cereales y legumbres, los cuales al coexistir con estos minerales forman complejos insolubles y como consecuencia esta porción no es absorbible y aprovechada por el organismo (Ma *et al.*, 2007; Hernández, 2010).

Ante la baja biodisponibilidad de los minerales aportados por las dietas vegetarianas, aunada al consumo en cantidades inadecuadas de hierro y calcio, se requiere el uso de suplementos dietarios por parte de las personas que adoptan dichas dietas. Los suplementos de hierro que presentan tolerabilidad gástrica y respuesta sobre los niveles de hemoglobina y hierro sérico son el sulfato ferroso, el malato ferroso, malato ferroso y EDTA férrico. Mientras que los de calcio, los más utilizados son el carbonato de calcio, el lactato de calcio y el citrato de calcio (Craig y Mangels, 2009). Sin embargo, no es claro el impacto que tiene una dieta vegetariana al incluir el consumo de suplementos de estos minerales, ya que en los estudios, representa una limitante en la determinación del estado de nutrición (Schüpbach *et al.*, 2017).

Por otra parte, recientemente se ha tratado a las dietas vegetarianas como patrones dietarios sustentables, ya que a través de la agricultura se consume menos agua en comparación con la ganadería. Además, se plantea como una alternativa a la contribución del cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible de la agenda 2030. Por ello es que se estima que el aumento de los usuarios de estos patrones dietarios será mucho mayor en los próximos años (Springmann *et al.*, 2018). No obstante, en México se carece de reportes que hayan evaluado el estado nutricional de micronutrientes como hierro y calcio, entre otros, así como de sus patrones dietarios, en grupos con dietas vegetarianas.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el estado nutricional de hierro y calcio en adultos hermosillenses con dietas veganas y ovo-lactovegetarianas que incluyan o no el uso de suplementos de micronutrientes, respecto al de personas con dietas variadas.

## **2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

### **2.1. Función Biológica del Hierro y del Calcio**

El hierro es un mineral cuya función es esencial para el cuerpo humano. Entre sus funciones biológicas destaca su participación en la respiración celular, al ser un componente estructural de la hemoglobina y la mioglobina (Gibson, 2005). La hemoglobina, es una proteína contenida en los glóbulos rojos y está integrada por cuatro subunidades polipeptídicas unidas cada una de ellas a un grupo hemo, el cual tiene la capacidad de unir oxígeno de forma reversible. La mioglobina, está en músculo y solo tiene un grupo hemo en su estructura. Ambas proteínas participan en la oxigenación de los tejidos (Guyton, 2011).

Por su parte, el calcio es también un mineral esencial y además, es el más abundante en el organismo. El 99% de éste se encuentra en los dientes y huesos en forma de hidroxapatita y el 1% restante en plasma ya sea unido a proteínas, formando complejos de fosfatos y carbonatos o en forma ionizada. La última fracción corresponde a la forma fisiológicamente activa del mineral. Las principales funciones del calcio son la mineralización de tejidos duros, actuar como cofactor en la coagulación sanguínea, participar en la transmisión de los impulsos nerviosos, en la movilidad muscular y algunas funciones hormonales (Ortner, 2003).

#### **2.1.1. Metabolismo del Hierro y del Calcio**

El hierro presenta dos rutas de absorción intestinal distintas, una para el hierro hemo y otra para el no hemo. El primero, se absorbe de manera más eficiente en el duodeno y en la parte proximal del yeyuno e ingresa a las células como una metaloporfirina intacta. Después, se libera en la célula y permanece como parte de la reserva intracelular (Uzel y Conrad, 1998). En el caso del hierro no hemo ( $\text{Fe}^{3+}$ ), el primer paso para su absorción es su reducción a hierro ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), a través de promotores como el ácido ascórbico y proteínas reductoras del citocromo b, en el borde de cepillo

de los enterocitos. Posteriormente, la proteína transportadora de metales divalentes (DMT-1) envía el hierro hacia el interior del enterocito. Una vez dentro, el mineral puede tomar dos caminos, ser almacenado como ferritina en el hígado o ser transferido al plasma a través de la membrana basolateral (Fleming y Bacon, 2005).

La cantidad de excreción de hierro varía entre hombres y mujeres. Los hombres eliminan de 0.9 a 1.5 mg de hierro/día, principalmente a través de las heces. En el caso de las mujeres en edad fértil, se puede llegar a tener una excreción de hierro de 1.6 mg/día como mínimo, a causa de la pérdida de sangre por la menstruación (Worwood, 1995).

Respecto al calcio se tienen tres mecanismos de regulación: absorción intestinal, reabsorción renal y recambio óseo. En ellos participan varias hormonas denominadas calciotropas, como la hormona paratiroidea (PTH), calcitonina, 1,25 dihidroxivitamina D<sub>3</sub> (calcitriol), entre otras, junto con sus respectivos receptores (Wang *et al.*, 2006).

A nivel intestinal, el calcio se absorbe a través de dos mecanismos, el primero se lleva a cabo por transporte activo dependiente de vitamina D y el segundo por difusión simple. El primer mecanismo tiene lugar en el duodeno y es influenciado por el pH intestinal y por la cantidad de 1,25 dihidroxivitamina D<sub>3</sub>. El segundo mecanismo ocurre cuando la concentración de calcio en el lumen intestinal es tan alta que favorece su absorción por un gradiente positivo (Ferreti, 2000).

A nivel renal el calcio atraviesa libremente el filtro glomerular, de tal manera que una persona adulta filtra aproximadamente 10,000 mg de calcio/día. Una vez filtrado, el calcio se reabsorbe en el túbulo contorneado proximal. No obstante, de acuerdo a las necesidades fisiológicas, la reabsorción de calcio puede ocurrir en el túbulo contorneado distal, donde se reabsorbe por acción de la PTH y del calcitriol o vitamina D activa (Brown *et al.*, 1993).

Respecto a la regulación de los niveles de calcio sérico, el mecanismo a través de las hormonas calciotropas es inmediato. Ante una disminución de calcio sérico, la PTH aumenta la actividad de los osteoclastos y con ello la resorción ósea, a la vez que el calcitriol aumenta la absorción de calcio a nivel intestinal, asegurando así que se alcancen los niveles adecuados de calcio sérico. Por el contrario, frente a un aumento de la cantidad de calcio sérico, la calcitonina, hormona liberada por la tiroides, favorece la excreción renal de calcio e inhibe la acción de los osteoclastos, evitando así la liberación de calcio óseo hacia la sangre (Ferreti, 2000).

### **2.1.2. Recomendaciones Dietarias de Hierro y Calcio**

La ingesta dietaria de referencia incluye una serie de recomendaciones para el consumo de nutrimentos (Yates *et al.*, 1998). La recomendación de hierro y calcio varía dependiendo de la edad, el sexo y el estado reproductivo de cada individuo.

La ingesta diaria recomendada de hierro en mujeres de 19 a 50 años de edad es de 18 mg/d, mientras que para mujeres mayores de 50 años y para hombres es de 8 mg/d (IOM, 2001). En el caso del calcio, la ingesta diaria recomendada para hombres y mujeres <50 años es de 1000 mg/d y de 1200 mg/d para mayores de 50 años. Esto, debido a los procesos fisiológicos relacionados con el envejecimiento (IOM, 2001), como lo es la menopausia y postmenopausia en las mujeres.

### **2.1.3. Deficiencias Nutricionales de Hierro y Calcio**

La deficiencia de hierro representa uno de los diez problemas de riesgo nutricional a nivel mundial y se considera que en gran medida pudiera evitarse. Asimismo, a nivel global se estima que una alta proporción de la incidencia de mortalidad se debe a esta causa, aunada a un tercio de vida sana perdido (WHO, 2012). Los principales grupos de riesgo son los niños y las mujeres en edad fértil, debido a los procesos fisiológicos que se presentan en esas etapas.

Una de las consecuencias de la deficiencia de hierro es la anemia y se diagnostica con base en un descenso en los niveles de hemoglobina en sangre de acuerdo a la edad, sexo y altura sobre el nivel del mar. La principal causa de la anemia por deficiencia de hierro se debe a un consumo inadecuado de hierro y/o una baja absorción de este mineral; se le identifica como anemia microcítica e hipocrómica. La microcitosis se refiere a un bajo volumen corpuscular medio (VCM) debido a un tamaño pequeño en los eritrocitos, mientras que la hipocromía como un valor bajo de la hemoglobina corpuscular media (HCM) dado por una baja pigmentación de los eritrocitos. En los estudios de investigación se cuantifica el nivel de ferritina sérica tanto para evaluar el riesgo de anemia ferropénica (niveles normales de hemoglobina y bajos de ferritina), como la anemia ferropénica (niveles bajos de hemoglobina y de ferritina) (WHO, 2011).

En México, la prevalencia de anemia en adultos se encuentra alrededor de 16.5%, por lo cual sigue representando un problema de salud pública a nivel nacional e internacional, debido a la alta prevalencia de esta condición (Olaiz *et al.*, 2012). A nivel internacional se estima que más de 2,000 millones de personas padecen esta condición, de los cuales la mitad de los casos se debe a deficiencia de hierro (Hercberg *et al.*, 2001). A pesar de las acciones que se han implementado para reducir el riesgo y la prevalencia de esta condición, como la fortificación de harinas y la suplementación, la Organización Mundial de la Salud reporta que la anemia es una de las 20 condiciones con mayor prevalencia y la principal causa es la deficiencia de hierro (OMS, 2017). Por otra parte, es difícil llegar a un estado de hipocalcemia dado los mecanismos de regulación de este mineral y subrayando, el papel del almacén de calcio en los huesos. Por ello, se recomienda que durante la niñez y juventud temprana se asegure el consumo adecuado de calcio para asegurar valores máximos de densidad mineral ósea (DMO), pues durante la edad adulta la actividad ósea se restringe a mantener la masa esquelética (Méndez y Wyatt, 2000).

Una de las afectaciones que se pueden desarrollar en la etapa adulta por hipocalcemia es la osteoporosis, la cual consiste en una disminución crónica de la DMO, que se manifiesta con un aumento en la porosidad y fragilidad de los huesos. Si bien la osteoporosis se presenta tanto en hombres como en mujeres, el riesgo de fractura es más elevado en mujeres en etapa postmenopáusica y con mayor prevalencia las fracturas de cadera, columna y muñeca (Davey *et al.*, 2004).

En México existe escasa información acerca de la prevalencia de osteoporosis. En el 2008 se reportó que aproximadamente el 24% de la población mexicana se encuentra en riesgo de presentar osteoporosis y algunos ya la padecen. Además, los resultados indicaron que las mujeres presentan un riesgo mayor de desarrollar la enfermedad y que la región lumbar es la de mayor riesgo de fractura (De Lago-Acosta *et al.*, 2008).

## 2.2. Definición y Clasificación de Dietas Vegetarianas

Las dietas vegetarianas son aquellas en las que no se incluyen alimentos cárnicos, ni sus derivados; sin embargo, los patrones dietarios cambian de manera considerable entre las personas que las

adoptan. Estos cambios pueden ser a nivel de las fuentes de alimentación. Dentro de las más populares se encuentran la dieta ovo-lactovegetariana y la vegana (Leitzmann, 2014).

Las dietas ovo-lactovegetarianas se caracterizan por la inclusión de productos de origen animal, específicamente huevos, leche y sus derivados; además de toda la variedad de productos de origen vegetal. Este patrón dietario es el más popular dentro de las dietas vegetarianas y presenta la selección más diversa de alimentos, dentro de las variantes de este programa dietario.

La dieta vegana es una forma más estricta de vegetarianismo ya que excluye todos los productos de origen animal, por lo que las principales fuentes de alimentos son de origen vegetal. A pesar de que en los últimos años este patrón dietario ha ganado popularidad, su adherencia en la población es baja, respecto al patrón ovo-lactovegetariano (Jaceldo *et al.*, 2019).

Desde finales del siglo XX, las dietas vegetarianas han presentado un auge en la nutrición, ya que han reflejado efectos protectores en la salud de las personas que las adoptan. Entre los principales beneficios se cita la reducción de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como hipertensión, diabetes mellitus, cáncer y cardiopatía isquémica. En las décadas 80's y 90's varios estudios mostraron los beneficios de las dietas vegetarianas en la salud, al observar un menor riesgo de ECNT, desarrollo de obesidad y mortalidad. Esos resultados condujeron a un aumento considerable hacia un cambio de estilo de vida de muchas personas (Leitzmann, 2014).

Otras de las razones por las cuales es común la adopción de las dietas vegetarianas, son las cuestiones éticas, religiosas, ambientales, estatus socioeconómico y tendencias sociales. Incluso, estos patrones dietarios han ganado popularidad debido a la influencia de la moda, no obstante, la planeación de estas dietas es escasa (Springmann *et al.*, 2018).

Leahy *et al.* (2010) reportaron, a través de un estudio sociodemográfico, una cifra de alrededor de mil quinientos millones de personas con dietas vegetarianas en el mundo. Sin embargo, la principal causa de ello fue la carencia económica para sustentar una dieta variada.

Actualmente, no se conocen cifras de personas que adopten las dietas vegetarianas tanto en México como en Latinoamérica. No obstante, se estima que para el 2050 alrededor del 50% de la población mundial tendrá que optar por una dieta vegetariana, ya que será una alternativa sostenible ante la posible escasez de agua (Springmann *et al.*, 2018). Por lo anterior, se sugiere prestar mayor atención a estos patrones dietarios y así confirmar las posibles adecuaciones nutricionales utilizando guías alimentarias de referencia.

### 2.2.1. Impacto en el Estado Nutricio de Hierro y Calcio

A pesar de que las dietas vegetarianas ofrecen múltiples beneficios para la salud, también se destaca la posibilidad de desarrollar deficiencias de micronutrientes en comparación con dietas variadas. Dentro de los micronutrientes con riesgo de deficiencia se encuentran el hierro, calcio, selenio, yodo, zinc y la vitamina B<sub>12</sub> (Leitzmann, 2014). Esto se debe, a la exclusión de alimentos cárnicos y en los veganos a la limitación del consumo de todos los alimentos de origen animal. Estos últimos, contienen altas cantidades de micronutrientes que son difíciles de reemplazar con los alimentos de origen vegetal, ya que los minerales de estas fuentes son poco biodisponibles (Walter *et al.*, 2005). En Brasil se han reportado inadecuaciones de hierro de un 82% y de calcio del 68% en dietas vegetarianas, de tal manera que a mayor restricción de alimentos, aumenta la probabilidad de presentar un consumo inadecuado de hierro, calcio y vitamina B<sub>12</sub> (Goulart *et al.*, 2013). Mientras que en la India, las personas con dietas ovo-lactovegetarianas tienen un 23% y las veganas 57% más probabilidad de desarrollar anemia, comparadas con las que consumen dietas variadas (Chai *et al.*, 2019).

Por otro lado, personas budistas de Corea con dietas vegetarianas y veganas, tuvieron un estado nutricio de hierro adecuado y similar al de personas con dietas variadas. Ello, se reflejó a través de los niveles de hemoglobina y ferritina, ya que fueron cercanos al límite superior establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los resultados del estudio mostraron que la alimentación de dicha población incluye altas cantidades de vitamina C y de algas coreanas que contienen hierro (Lee y Krawinkel, 2011).

Respecto al estado nutricio de calcio en personas con dietas vegetarianas, un estudio de cohorte prospectivo realizado en Europa mostró que las personas con dietas ovo-lactovegetarianas y veganas tienen 1.13 y 1.30 veces más riesgo de presentar fracturas, respectivamente, comparadas con las que llevan una dieta variada. Ello se atribuyó a que el 18.6% de las personas con dietas ovo-lactovegetarianas y el 76.1% de las personas con dietas veganas tuvieron un consumo de calcio inferior a 700 mg/d y de menor biodisponibilidad que el aportado por las dietas ovo-lactovegetarianas (Appleby *et al.*, 2007).

### 2.2.2. Biodisponibilidad de Hierro y Calcio en Dietas Vegetarianas

En nutrición, el término biodisponibilidad se refiere a la proporción del nutriente que se absorbe a nivel intestinal para ser utilizada por el organismo y está influenciada por factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los primeros destaca el sexo, edad, estado nutricional y estado reproductivo, mientras que entre los extrínsecos sobresalen los relacionados con la dieta (Fisher *et al.*, 2005).

En el caso del hierro dietario, su absorción está influenciada por la cantidad de hierro almacenado en el organismo (ferritina), el tipo de hierro (hemo y no hemo) consumido a través de los alimentos, la proporción de favorecedores e inhibidores de su absorción aportados por la dieta y por las interacciones entre minerales que pueden afectar su absorción. Collings *et al.*, (2013) ilustraron a través de una revisión, un efecto de la dieta sobre el nivel de absorción de hierro, de tal manera que las personas con bajas concentraciones de ferritina (6  $\mu\text{g/L}$ ) tenían mayor absorción de hierro (13.9%-23.0%), mientras que las que tenían concentraciones más altas (100  $\mu\text{g/L}$ ) presentaban una menor absorción (1.8%-3.0%).

Los principales componentes dietarios conocidos como inhibidores o antinutrientes, que interfieren con la absorción de hierro, calcio y otros minerales, son la fibra y los fitatos. El mecanismo de inhibición se explica por la formación de complejos insolubles entre esos compuestos y los minerales, de tal forma que impiden su absorción (Jaceldo *et al.*, 2019; Soriano, 2012). Se estima que cuando se presenta una relación molar de fitatos:calcio  $>0.24$  y de fitatos: hierro  $>1$ , hay inhibición de la absorción de calcio y hierro, respectivamente (WHO, 1996).

En un estudio realizado en hombres y mujeres de China, con una alimentación principalmente a base de vegetales y cereales, se encontró que el consumo de calcio fue inadecuado ( $<500$  mg/día) y la relación molar fitatos:calcio fue  $>0.24$ ; el consumo de hierro adecuado ( $>20$  mg/día) y la relación molar fitatos:hierro  $>1$ . Por ello, se concluye que independientemente de que la recomendación de consumo se cumpla o no, su absorción puede resultar afectada por el alto consumo de fitatos (Ma *et al.*, 2007).

Bach *et al.* (2005), mostraron que mujeres adultas que consumieron pan fortificado con 300 g de fibra por 4 meses, disminuyeron su concentración de ferritina hasta 12  $\mu\text{g/L}$  y la de hemoglobina decreció 2 g/dL. Ello, debido a la baja biodisponibilidad de hierro ocasionada por la formación de complejos de fibra con hierro. También reportaron que los polifenoles y los fitatos, son los que

tienen mayor influencia en la inhibición de la absorción de hierro (Lim *et al.*, 2013)

La cantidad de calcio absorbida a nivel intestinal, usualmente es del 30 al 50%. Entre los favorecedores de su absorción sobresale la lactosa, la cual se ingiere en altas cantidades con dietas ovo-lactovegetarianas y vitamina D. Esta última es poco consumida en el grupo de vegetarianos, no obstante, puede sintetizarse en la piel, por exposición solar (Fisher *et al.*, 2005). Además, existen otros componentes en la dieta que favorecen la biodisponibilidad de los minerales. Una de las fuentes de alimentos con alto contenido de calcio biodisponible es la leche, debido a la caseína. Los productos de la digestión de la caseína forman complejos con el calcio denominados “caseín-fosfopéptidos”. Estos, inhiben la precipitación de fosfato de calcio en el intestino, de manera que aumenta la biodisponibilidad (Hernández, 2010).

En cuanto al hierro, la vitamina C actúa como reductor del hierro férrico a ferroso, una forma de hierro no heme con mayor biodisponibilidad. Una cantidad de 25 a 75 mg de vitamina C es capaz de aumentar hasta dos veces la absorción de hierro no hémico y de inhibir la formación de complejos insolubles de hierro con los fitatos (Cardero *et al.*, 2009). El ácido cítrico, los ácidos orgánicos y los carotenos son otros factores dietarios que aumentan la absorción de hierro no hemo.

### **2.2.3. Alimentos Aportadores de Hierro y Calcio en Dietas Vegetarianas**

El consumo total de hierro en las personas con dietas vegetarianas usualmente es mayor que en las personas con dietas variadas. A pesar de esto, los niveles de ferritina frecuentemente son inferiores en los primeros. Schüpbach *et al.* (2017) reportaron que en un estudio realizado en Suiza, el hierro consumido en las dietas veganas llegó a ser 2 veces más alto que el de las dietas variadas y que, aun así, los niveles de ferritina fueron menores en las personas con dietas veganas. Entre las principales fuentes de hierro de origen vegetal se encuentran los frijoles, lentejas, soya, espinacas, almendras, pistachos y el tofu (Nair *et al.*, 2013).

Las principales fuentes aportadoras de calcio son los productos lácteos. La ingesta de calcio en los ovo-lacto-vegetarianos suele ser la adecuada y en ocasiones excede las recomendaciones; mientras que en los veganos el consumo es muy variado, pero frecuentemente muy bajo. Otras fuentes de calcio en los vegetarianos son el brócoli, las almendras, las alubias blancas, el higo y el tofu

(Mangels, 2014). El calcio proveniente de los productos lácteos se considera más efectivo, ya que en éstos el mineral coexiste junto con otros nutrientes importantes que participan en el metabolismo óseo, como la vitamina D, proteínas, potasio y magnesio (Tucker, 2014).

#### **2.2.4. Aporte de Vitamina B<sub>12</sub> y Vitamina C en Dietas Vegetarianas**

El parámetro de diagnóstico para anemia es la disminución de hemoglobina y en caso de que se trate de anemia por deficiencia de hierro se observa microcitosis. Cuando la anemia es por deficiencia de vitamina B<sub>12</sub>, se presenta aumento del volumen corpuscular medio provocando macrocitosis (Ruiz, 2014). Dicha deficiencia conduce a una disminución en la producción de eritrocitos y maduración celular, condición denominada anemia perniciosa (O’Leary y Samman, 2010). Se considera que con reservas elevadas de la vitamina es difícil llegar a un estado deficiente, ya que tanto los requerimientos como la excreción diaria son bajos (Ruiz, 2014).

El aporte de vitamina B<sub>12</sub> en dietas vegetarianas suele ser deficiente, debido a que el micronutrimiento proveniente de estos patrones dietarios es escaso o de baja biodisponibilidad. En un estudio de cohorte europeo, Davey *et al.* (2004), mostraron que las personas con dietas ovo-lactovegetarianas y veganas tenían una ingesta media de vitamina B<sub>12</sub> entre el 65 y 95% menor que las dietas variadas. El riesgo de deficiencia incrementa si su consumo se basa únicamente en alimentos vegetales por tiempo prolongado.

Por lo anteriormente señalado, es importante identificar la etiología de la anemia y establecer un diagnóstico del estado nutricional correcto.

Por otra parte, la vitamina C es uno de los favorecedores más importantes de la absorción de hierro no heme, ya que puede aumentar hasta seis veces su absorción en personas con un estado nutricional deficiente de este mineral. El mecanismo consiste en la reducción de hierro no hemo (Fe<sup>3+</sup>) a hierro ferroso (Fe<sup>2+</sup>) (Allen y Ahluwalia, 1997). Los vegetarianos suelen consumir una alta cantidad de vitamina C a través de frutas y verduras, pero la cocción genera pérdidas de hasta un 73.68%. Además, algunos vegetales como lechuga, tomate, calabaza, col y zanahoria contienen la enzima ácido ascórbico oxidasa, que oxida la vitamina C. No obstante, la enzima puede ser inactivada al someter los vegetales a tratamientos con calor (Munyaka *et al.*, 2010).

Dado que las dietas vegetarianas son una fuente pobre de vitamina B<sub>12</sub> y el aporte de vitamina C es variado, es importante determinar su aporte dietario a partir del consumo habitual de los alimentos y suplementos. Además, considerar su adecuación nutricional, la cual se define por la relación de la ingesta media diaria de un nutriente y la Ingesta Dietética Recomendada (IDR) medida en porcentaje. Farmer (2014), reportó un riesgo de 16.8% de inadecuación en el consumo de las vitaminas A, C y E en personas con dietas vegetarianas y omnívoras, mientras que la prevalencia de inadecuación de vitamina B<sub>12</sub>, hierro y zinc fue de 28%.

### 2.3. Suplementación y Fortificación de Micronutrientes

Los suplementos dietarios aumentan el consumo de nutrimentos, por lo que disminuye la prevalencia y la incidencia de deficiencias nutricionales. Además, son complementos eficientes en circunstancias donde el consumo o elección de alimentos son restringidos. Los objetivos principales del uso de suplementos en la población son el mantenimiento de un estado nutricional óptimo y por lo tanto una respuesta favorable en su salud (Fulgoni *et al.*, 2011).

Diversos estudios han mostrado consumos inadecuados de vitaminas y minerales en las personas que eligen una dieta vegetariana. El hecho de no cubrir los requerimientos diarios, representa un riesgo de deficiencia elevado por lo que, ante la restricción de la obtención de micronutrientes a través de la dieta, es posible considerar el consumo de productos fortificados y suplementos (Farmer, 2014).

La fortificación es una estrategia que consiste en añadir uno o más nutrimentos a un alimento o a la materia prima usada en la elaboración de los alimentos, con el objetivo de mejorar su calidad nutricional.

Tanto la suplementación como la fortificación, pueden resultar más económicas y factibles para reducir la prevalencia de deficiencias de nutrimentos. En América, varios países cuentan con programas de fortificación de alimentos, a través de los cuales se añaden hierro y otros micronutrientes a alimentos de alto consumo como las harinas de trigo y de maíz (Beinner y Lamounier, 2003).

Un ensayo clínico aleatorizado, doble ciego, mostró el efecto de la fortificación de arroz con sulfato

ferroso. La intervención consistió en consumir arroz fortificado con sulfato ferroso durante 5 meses, tiempo en el cual, la hemoglobina medida al final aumentó 3.5 mg/dL con respecto a la medición basal. Además, la prevalencia de anemia disminuyó de 69.1 a 25% (Beinner y Lamounier, 2003).

A la fecha, la información referente al uso de suplementos y fortificación de micronutrientes en personas con dietas vegetarianas, es escasa a nivel mundial y nacional, por lo que no es claro su impacto en el estado nutricional. No obstante, se sugiere evaluar el uso de suplementos y alimentos fortificados junto con el estado nutricional de personas con estos patrones dietarios específicos. Esto, considerando que su uso posiblemente contribuya a un estado nutricional óptimo (Farmer, 2014).

### **2.3.1. Suplementación y Fortificación de Hierro**

En dietas vegetarianas, el consumo de productos de origen animal es escaso o nulo, de tal manera que el hierro hémico dietario es excluido parcial o totalmente. La principal preocupación de ese patrón dietario es la elevada prevalencia de deficiencia de hierro y que en la mayoría de los casos conlleva al desarrollo de anemia. Por ello, el uso de suplementos y la fortificación con hierro de los alimentos han sido una estrategia efectiva para la prevención de deficiencia de este mineral.

En el caso de la suplementación, las fuentes más utilizadas son el sulfato ferroso, EDTA férrico y quelato ferroso de hidrato de glicina. Da Silva *et al.* (2004), mostraron a través de un ensayo clínico, que el sulfato ferroso fue más efectivo, ya que produjo niveles más altos de hierro sérico, lo cual indica una mayor biodisponibilidad de hierro en comparación con los otros complejos. Además, Canelo *et al.* (2013), demostraron a través de múltiples estudios que el sulfato ferroso presenta mayor tolerabilidad gástrica en comparación con otros compuestos utilizados y que esta sal de hierro es alrededor de 8 veces más barata en comparación con el EDTA.

En el caso de la fortificación de productos con hierro, se demostró que la sal de NaFeEDTA (etilendiaminotetraacetato ferrosódico) es más eficiente que el sulfato ferroso. La principal razón de ello, es que está protegida de inhibidores de este mineral en el estómago, sin embargo, es más costoso que el sulfato ferroso (Hurrel, 2002).

Una de las limitaciones en el uso de suplementos de hierro es la intoxicación. En las personas

suplementadas con algún compuesto de hierro es común la intoxicación. Las principales consecuencias de este evento se manifiestan mediante síntomas gastrointestinales, hemorragias y hepatotoxicidad. No obstante, en suplementos multivitamínicos la concentración del oligoelemento es baja, por lo que la cantidad de hierro no es suficiente para que produzca toxicidad en el consumidor (Brissot *et al.*, 2012).

### **2.3.2. Suplementación de Calcio**

El calcio es otro de los micronutrientes que con frecuencia los vegetarianos consumen en cantidades inadecuadas, especialmente las personas con dietas veganas. Por ello, la suplementación de calcio es una alternativa para cubrir las necesidades de este mineral en jóvenes y adultos y asegurar un pico de masa ósea máximo que proteja de riesgo de fracturas óseas a las mujeres en etapa de postmenopausia y en general a los adultos mayores.

Dos formas comunes de suplementos de calcio son el carbonato de calcio y el lactato de calcio. Un estudio mostró que ambos son eficaces para aumentar el calcio sérico, sin embargo, el lactato de calcio presenta una biodisponibilidad superior comparado con el carbonato de calcio (Tsugawa *et al.*, 1995).

En general, la recomendación de consumir suplementos de calcio para ayudar a mantener un estado óseo saludable es para grupos vulnerables, entre los que incluyen personas con dietas restrictivas, como las dietas vegetarianas, para asegurar la cantidad de calcio requerida diariamente y disminuir así el riesgo de fracturas y de incidencia de osteoporosis (Dawson *et al.*, 1997).

Por otra parte, para tener una buena estimación del estado nutricional de calcio, se requiere medir la densidad mineral de los huesos y así evaluar el riesgo de fracturas. En personas con dietas vegetarianas se ha reportado un riesgo más elevado de DMO baja y de fracturas, respecto al de personas con dietas variadas. Ese hecho se atribuye a que el aporte de nutrientes asociados al mantenimiento óseo (calcio, proteínas, vitamina D, entre otros) es insuficiente o de baja biodisponibilidad (Tucker, 2014).

Es importante aclarar que cuando coexisten relaciones altas de calcio y hierro dietario, se puede afectar negativamente la absorción de hierro. Los estudios que han evaluado los efectos de la

absorción de hierro en presencia de sales de calcio como carbonato, fosfato, citrato y cloruro de calcio, han mostrado respuestas negativas en la tasa de absorción de hierro (Cook *et al.*, 1991).

### **3 HIPÓTESIS**

El estado nutricional de hierro y calcio es deficiente en personas con dietas ovo-lactovegetarianas y veganas que incluyen o no suplementos de micronutrientes, respecto a personas con dietas variadas.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

Evaluar el estado nutricional de hierro y calcio en adultos hermosillenses con dieta vegana y ovolactovegetariana que incluyan o no el uso de suplementos de micronutrientes.

### 4.2 Objetivos Particulares

- Estimar el consumo de hierro, calcio y nutrientes que favorecen o inhiben su absorción, en personas con dieta vegana y ovo-lactovegetariana que incluyan o no el uso de suplementos de micronutrientes y en personas con dietas variadas.
- Evaluar bioquímicamente el estado nutricional de hierro mediante el análisis de la serie roja en la citometría hemática y niveles de ferritina.
- Evaluar el estado nutricional de calcio a través de la densidad mineral ósea en las regiones lumbar, cuello de fémur y fémur total.
- Comparar el estado nutricional de hierro y calcio en personas con dieta vegana y ovo-lactovegetariana con respecto a personas con dietas variadas.

## 5 MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Diseño del Estudio y Sujetos

Se realizó un estudio de tipo transversal, a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia en la ciudad de Hermosillo, Sonora, en el periodo de Julio del 2019 a marzo del 2020. Se invitó a participar a hombres y mujeres entre 23 y 50 años de edad y mujeres en etapa fértil en el mismo intervalo de edad. La invitación se realizó en restaurantes de comida vegetariana, establecimientos comerciales, gimnasios, eventos relacionados con el vegetarianismo y a través de la difusión en redes sociales. A los interesados se les explicó el objetivo del estudio, se les dio una descripción detallada de los procedimientos, los beneficios de participar en el estudio, la confidencialidad de la información aportada y su derecho a retirarse del estudio en el momento deseado, sin ningún impedimento.

Los criterios de inclusión para hombres y mujeres fueron: tener entre 23 y 50 años, al menos un año bajo régimen de dieta vegana (GDV) u ovo-lactovegetariana (GDOV); que estuvieran aparentemente sanos. Los participantes del GC debían cubrir los mismos requisitos de edad y salud, pero debían consumir una dieta variada. Se consideraron como criterios de exclusión estar bajo tratamiento que afectara la masa ósea (tratamientos tiroideos, anticonvulsivos y hormonales), que tuvieran implantes de placas metálicas en columna o cadera, amputaciones y que las mujeres estuvieran embarazadas o en período de lactancia.

De 358 personas invitadas, aceptaron participar 46 personas con dietas vegetarianas, pero se excluyeron 3: una por estar bajo tratamiento para hipotiroidismo; otra, por no cubrir el requisito de edad y una más por padecer artritis reumatoide. Las 43 personas que se incorporaron al estudio se agruparon de acuerdo a su régimen dietario: dieta variada o grupo control (GC), constituido por participantes que consumían alimentos de todos los grupos; grupo con dieta ovo-lactovegetariana (GDOV), que incluyó personas que consumían alimentos de origen vegetal y además huevos, leche y sus derivados; grupo con dieta vegana (GDV), comprendido por personas que solo consumían alimentos de origen vegetal.

El reclutamiento de los participantes se suspendió debido a la contingencia sanitaria originada por el virus SARS-COV-2 que ocasiona la COVID-19, durante la cual se restringió el acceso al Centro

de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD, A.C.). Derivado de esta medida, indicada para evitar el riesgo de contagio de los participantes, las mediciones de la DMO indicadas en la evaluación del estado nutricional de calcio y que se realizan en el CIAD, no se pudieron llevar a cabo. Por ello, se optó por recopilar información de personas con dieta variada, de bases de datos de estudios previos, realizados por nuestro grupo de trabajo. De esa manera, se aumentó el número de muestra en el grupo control, manteniendo los criterios de inclusión y las características sujetas al estudio. La invitación a personas con dietas vegetarianas se suspendió.

Las personas que aceptaron participar y que cumplieron con los requisitos de inclusión, firmaron una Carta de Consentimiento Informado.

El estudio contó con la aprobación del Comité de Ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.

## 5.2 Cuestionarios

### 5.2.1 Cuestionario de Datos Generales

Se aplicó un cuestionario de información general, con el fin de conocer las características generales de los participantes como edad, sexo, fecha de nacimiento, tiempo de permanencia con la dieta ovolactovegetariana o vegana y en el caso de mujeres edad de la menarquia. Además, se les preguntó si tomaban suplementos de micronutrientes y ante una respuesta positiva, se consideró la dosis y marca de suplemento(s) para verificar su(s) aporte. Por último, se les preguntó si presentaban antecedentes familiares de osteoporosis.

### 5.2.2 Cuestionarios de Consumo de Alimentos

A cada participante se le aplicaron dos recordatorios de 24 horas en días no consecutivos, uno en fin de semana y otro en un día entre semana para estimar el consumo actual de nutrientes (Sanjur

y Rodríguez, 1997). Para ello, se utilizaron modelos plásticos de cartón e instrumentos de cocina previamente estandarizados. Los datos recabados a partir de la encuesta se procesaron utilizando el diccionario de alimentos de Ortega *et al.* (1999), complementándose con la base de datos de la USDA y las etiquetas nutrimentales de los alimentos. Se estimó el consumo de macro y micronutrientes (principalmente de hierro) a través del consumo dietario y de suplementos. A los participantes se les aplicó también un cuestionario de consumo de frecuencia de alimentos validado para población mexicana, con el fin de estimar el consumo habitual de nutrientes a lo largo de un año. El análisis de composición de alimentos se hizo con la base de datos SNUT: sistema de evaluación de hábitos nutricionales y consumo de nutrientes (Instituto Nacional de Salud Pública). Éste se encuentra validado para estimar el consumo de calcio diario, semanal, mensual y anual para cada uno de los alimentos incluidos en el cuestionario de frecuencia (Hernández *et al.*, 2000).

### **5.2.3 Cuestionario de Nivel de Actividad Física**

Se estimó el nivel de actividad física a través del cuestionario validado de López-Alvarenga *et al.* (2001), el cual consiste en agrupar las actividades realizadas a lo largo de 24 horas en 4 períodos de 15 minutos por cada hora. En este cuestionario, las tareas se ponderaron con base en la demanda de energía de los participantes. El cálculo del gasto energético se hizo dividiendo la suma de las actividades en un día entre 24 horas y multiplicando por el gasto energético basal, utilizando la ecuación de Mifflin *et al.* (1990).

### **5.2.4 Cuestionario de Nivel Socioeconómico**

Para la clasificación del nivel socioeconómico de los participantes, se aplicó el cuestionario AMAI 8X7. Éste, se compone de ocho preguntas relacionadas con las características del hogar como de estructura y bienes materiales y el nivel académico del jefe de familia. De acuerdo con la

puntuación obtenida en el cuestionario, se clasifica el nivel socioeconómico en siete categorías: AB, C+, C, C-, D+, D y E, siendo AB la categoría más alta y E la más baja (AMAI, 2011).

### 5.3 Medición Hemoglobina y Hematocrito

Como indicadores del estado nutricional de hierro, se midieron los niveles de hemoglobina, hematocrito y ferritina. Para los dos primeros indicadores se extrajeron 5 mL de sangre en tubos Vacutainer® con anticoagulante EDTA. Los análisis se realizaron por citometría de flujo en un equipo automatizado Navios EX System en el Laboratorio Bioquímico Martínez. Para la cuantificación de hemoglobina, el equipo realiza una dilución en una cámara de reacción separada, utilizando el reactivo lauril sulfato de sodio que forma un complejo estable colorido al unirse al grupo heme de la hemoglobina, el cual se analiza por fotometría. La medición de hematocrito se realizó a partir del conteo automatizado de los eritrocitos con respecto a la altura de los pulsos de los eritrocitos (cambio de voltaje) por el mismo equipo, bajo el fundamento de impedancia.

### 5.4 Medición de Ferritina

Para la medición de ferritina se extrajeron 5 mL de sangre en tubos Vacutainer® con gel separador y se centrifugó por 20 minutos a 4°C y 2700 rpm en una centrífuga refrigerada (Centra GP8R, United Kingdom). El suero obtenido se almacenó a -20°C para su posterior análisis.

El análisis de ferritina se realizó con el paquete de reactivos comercial Ferritin EIA TEST KIT (ALPCO, SALEM, NH), utilizando 20 µL de suero control y de muestra en sus respectivos pozos y 100 µL de reactivo de Biotina Ferritina. Se agitó la microplaca ligeramente durante 30 segundos y se incubó 45 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente, se decantó el contenido de la placa sobre un papel absorbente, se le añadieron 350 µL de buffer de lavado y se realizó decantación del contenido; se repitió este paso dos veces más, para obtener 3 lavados. Posteriormente, se añadieron 100 µL de conjugado enzimático de ferritina, se incubó a temperatura ambiente por 30 minutos y

se decantó el contenido sobre un papel absorbente. Después, se agregaron 300  $\mu\text{L}$  de buffer de lavado, repitiéndose dos veces el paso para obtener 3 lavados, se añadieron 100  $\mu\text{L}$  de solución de reactivo señal y se incubó por 30 minutos a temperatura ambiente. Por último, se les adicionaron 50  $\mu\text{L}$  de solución de parada en cada pozo, mezclándose suavemente por 20-30 segundos y se realizó la lectura de la absorbancia a 450 nm en cada pozo utilizando el lector de microplacas (Biorad mod. 550, Japón). Los valores de referencia para nuestra población fueron de 10-120 ng/mL.

### 5.5 Evaluación Antropométrica

Las mediciones de peso y talla se tomaron con ropa ligera, sin zapatos y sin accesorios. Para el peso se utilizó una báscula digital modelo 876 con capacidad de 250 kg (Seca® USA) y para la altura un estadiómetro Seca de 205 cm, modelo 242 (SECA®, USA) bajo la técnica del plano de Frankfurt, con el sujeto de pie y con una postura recta. Se realizó el cálculo del índice de masa corporal (IMC), utilizando la fórmula de Quetelet (Garrow y Webster, 1985).

### 5.6 Medición de Densidad Mineral Ósea

Para evaluar el estado nutricional de calcio, se realizó la medición de la densidad mineral ósea lumbar considerando los valores de las vértebras lumbares 2, 3 y 4 (L2-L4), fémur total y cuello de fémur a través de la técnica de densitometría dual de rayos X con el equipo Hologic® (Modelo Disco Rvery QDR, Hologic, Inc. USA). Para la medición lumbar se colocó a cada uno de los participantes en posición decúbito supino con las rodillas flexionadas sobre un soporte. La medición de fémur total y cuello de fémur, se realizó en la pierna derecha con una ligera abducción, con el objetivo de mantener recto el eje femoral. El diagnóstico de osteoporosis, osteopenia y normalidad se obtuvo de acuerdo a los puntos de corte del score T establecidos por la OMS (1996): osteoporosis, score T  $< -2.5$  desviaciones estándar (DE); osteopenia, entre  $-1$  y  $-2.5$  DE y normal  $> -1$  DE.

## 5.7 Análisis Estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de los datos, para el cálculo de la media y la desviación estándar para variables continuas y las proporciones para variables categóricas. Para la comparación de características generales como consumo dietario, niveles de hemoglobina y ferritina entre los tres grupos se realizaron análisis de varianza (ANOVA). Se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis en las variables donde no se cumplió el supuesto de normalidad y la prueba de comparación de Bonferroni. Para la comparación de la DMO de las regiones lumbar, fémur total y cuello de fémur se realizó análisis de covarianza (ANCOVA), las variables de ajuste fueron IMC y consumo de calcio. Además, se realizó comparación de medias con la prueba de comparación de Tukey-Kramer en el ANOVA y ANCOVA para variables continuas. En el caso de las variables categóricas se realizó la prueba Chi-cuadrada de Pearson. Por último, se realizó un análisis de correlación de Pearson para evaluar la relación de ferritina y variables dietarias. Los datos se analizaron con el software estadístico NCSS versión 07.1.21 con una  $p \leq 0.05$ .

## 6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio consistió en evaluar el estado nutricional de hierro y calcio en personas de 23 a 50 años de edad (mujeres en etapa fértil), bajo régimen de dieta variada, ovo-lactovegetariana y vegana.

Para la integración de cada uno de los grupos de estudio, con base en la dieta, se tomaron en cuenta los criterios marcados en la investigación de Knurick *et al.*, (2015) la cual se basó en el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. En el grupo de dietas variadas se incluyó a todas aquellas personas que tuvieran un consumo de >3 veces por semana de todos los grupos de alimentos. En el grupo de dietas ovo-lactovegetariana aquellas que informaron haber omitido totalmente el consumo de carne, mariscos y aves de corral; pero consumieron al menos 3 porciones de lácteos y/o 3 huevos. Por último, el grupo de dietas veganas, se conformó por las personas que excluyeron el consumo de todos los alimentos de origen animal.

En el Cuadro 1 se presentan las características generales del total de participantes (n=86), destacando que la mayoría eran mujeres (n=76), lo cual concuerda con otros estudios, donde además describen variables que llevan a esa decisión. Entre esas variables destaca el rol de la mujer en determinantes sociodemográficas como la elección de alimentos, el cuidado de la salud, la concientización del cuidado de los animales y del medio ambiente (Bedford y Barr, 2005; Allès *et al.*, 2017) y algunos estereotipos sociales, como la representación de la masculinidad a través del consumo de carne, por parte de algunas culturas (Ruby, 2011).

Respecto a la edad, las personas con dietas veganas fueron más jóvenes, al igual que en el estudio de Farmer *et al.*, (2011), donde discuten esta situación como resultado creciente del impacto de este patrón dietario en las últimas décadas. Además del aumento de probabilidad de realizar una transición directa a este régimen por parte del 30% de las personas, ya que frecuentemente la dieta ovo-lactovegetariana es un proceso intermedio para la transición al veganismo, debido a la preocupación de los jóvenes por el cuidado del medio ambiente.

El tiempo transcurrido de adopción de dietas ovo-lactovegetarianas y veganas fue, en promedio, de 5.6 años y los propósitos expuestos para adoptarlas fueron la preocupación por el medio ambiente, perder peso y consumir dietas saludables. En cuanto al IMC, cabe resaltar que, del total de participantes, el 66.3% (n=57) presentó sobrepeso/obesidad y de ellos el 40% correspondió a los grupos con dietas restrictivas. En la India, Borude (2019), atribuyó un elevado porcentaje de

sobrepeso y obesidad en personas con dietas vegetarianas, a una mayor disponibilidad de productos ultra procesados y de comida frita, además de una alta frecuencia en su consumo. Adicionalmente, reportó que no todos los patrones vegetarianos son saludables, debido a que no todos se ajustan a los distintos contextos y políticas en los diferentes países, ya que no existe regulación ni planeación en la distribución de opciones saludables para personas que practican estos patrones vegetarianos.

**Cuadro 1.** Características generales del total de participantes (n=86).

Datos	GC (media ± DE)	Dietas vegetarianas		p
		GDOV (media ± DE)	GDV (media ± DE)	
<b>N</b>	<b>47</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	
<sup>2</sup> Mujeres n (%)	45 (95.7)	19 (86.4)	12(70.6)	
<sup>1</sup> Edad (años)	34.5 ± 4.4 <sup>a</sup>	33.4 ± 8.3 <sup>ab</sup>	29.9 ± 3.9 <sup>b</sup>	0.00
<sup>1</sup> Tiempo con la dieta (años)		5.6 ± 5.0	5.5 ± 3.3	0.45
<sup>1</sup> IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27.7 ± 4.41 <sup>a</sup>	26.6 ± 4.7 <sup>a</sup>	25.3 ± 4.0 <sup>a</sup>	0.14
<sup>2</sup> Normopeso n (%)	13 (28) <sup>a</sup>	7 (31.8) <sup>a</sup>	9 (52.9) <sup>a</sup>	0.34
<sup>2</sup> Sobrepeso n (%)	23 (49) <sup>a</sup>	10 (45.5) <sup>a</sup>	5 (29.4) <sup>a</sup>	0.65
<sup>2</sup> Obesidad n (%)	11 (23) <sup>a</sup>	5 (22.7) <sup>a</sup>	3 (17.7) <sup>a</sup>	0.77
<sup>1</sup> Act. física mMB)	2.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.5 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.6 <sup>a</sup>	0.38
<sup>2</sup> Sedentario n (%)	44 (51.2) <sup>a</sup>	19 (22.1) <sup>a</sup>	14 (16.2) <sup>a</sup>	0.54
<sup>2</sup> Moderado n (%)	3 (3.5) <sup>a</sup>	3 (3.5) <sup>a</sup>	3 (3.5) <sup>a</sup>	0.36
% usuarios		15 (68.2)	15 (88.2)	0.65
suplementos n (%)				

<sup>1</sup>Media ± desviación estándar, análisis de varianza para muestras independientes (ANOVA), prueba de comparación de media Tukey-Kramer; <sup>2</sup> Prueba de proporciones, estadístico Chi-cuadrado de Pearson; IMC, índice de masa corporal; GC, Grupo control; GDOV, Grupo con dietas ovo-lactovegetarianas; GDV, Grupo con dietas veganas. Significancia de p≤0.05.

En el presente estudio, las encuestas dietarias aplicadas a personas con dietas vegetarianas mostraron el consumo de alimentos ultra procesados con una alta frecuencia. Algunos de estos alimentos son bebidas lácteas con un alto contenido de azúcares y los de sucedáneos de carne elaborada a partir de soya, los cuales contenían harinas refinadas como aditivos; ambos formaron parte del consumo habitual de la dieta. Además, se reportó el consumo de frituras, pan y galletas con componentes de origen vegetal y con alto contenido de azúcares, grasas hidrogenadas y saturadas. En el grupo GDOV el 72% (n=16) y en GDV el 70% (n=12) refirieron tener un consumo frecuente de estos alimentos.

La actividad física fue sedentaria en la mayoría de los participantes, de los tres grupos de estudio; el resto reportó actividad física moderada. Los participantes que mencionaron realizar ejercicios (37%) fueron de actividad física ligera como yoga, caminata o gimnasio. El resto del día su actividad era sedentaria, dado que refirieron tener un trabajo de oficina (37%) o ser estudiantes de grados superiores como licenciatura o maestría (29%), lo cual no demanda esfuerzo físico extraordinario. De igual manera, en el estudio de Allès *et al.*, (2017), reportaron una actividad física sedentaria, donde el 62% (n=1,956) de los participantes tenía trabajos y ocupaciones directivas que no requerían esfuerzos físicos mayores y que los ejercicios los realizaban por período cortos a lo largo del día.

Respecto al nivel socioeconómico (NSE), el 87% (n=34) de los 39 participantes de los GDOV+GDV pertenecían a los NSE altos (30.8% al NSE A/B y 56.4% al NSE C+), mientras que el 40% (n= 10) de los participantes en el GC correspondió al medio-alto (NSE C+). Al respecto, el cumplimiento del aporte de nutrientes a partir de dietas vegetarianas requiere el suministro de suplementos nutricionales y alimentos sustitutos de origen animal, los cuales son de elevado costo en el mercado. Ello implica que al sector de la población ubicado en el nivel de bajo ingreso, se le dificulte incorporarse a este régimen dietario asegurando el cumplimiento de los requerimientos nutricionales. Este hecho explica que no se identificaran participantes de NSE bajo en los grupos ovo-lactovegetarianos y veganos; situación que se presenta tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (Rizzo *et al.*, 2013).

## 6.1 Información Dietaria

El aporte de energía y proteína no fue diferente ( $p>0.05$ ) entre los grupos de estudio. Además, el cumplimiento de la recomendación de proteína (0.8 g/kg de peso corporal) (IDR, 2012) fue cubierto por el 62.2%, 79% y 66.7% de las mujeres en los grupos GC, GDOV y GDV, respectivamente. En los hombres, la mayoría cubrieron la recomendación, excepto el 25% de los que seguían la dieta vegana. De acuerdo a Schüpbach *et al.*, (2017), el consumo de proteína es bajo ( $<0.8$  g/Kg de peso corporal) en personas que no consumen carne, pero en el presente estudio se observó un consumo frecuente (de 4 a 5 veces por semana) de suplementos proteicos, principalmente aislados de soya, como parte de su dieta. Además, un metaanálisis realizado por Mariotti y Gardner, (2019), mostró que las personas con dietas vegetarianas (n=7,476) tienen un consumo promedio  $<1$  g/kg de peso

corporal, respecto a personas con dietas variadas (n=18,244) que tienen un consumo promedio de 1.3 g/kg de peso corporal.

Los participantes de este estudio, que no cubrieron la recomendación de proteína, tuvieron un consumo disminuido entre un 10 y un 40%, aunque la mayoría de ellos alcanzaría lo recomendado añadiendo 15% de este nutrimento a su dieta. En este sentido, el consumo de proteína ligeramente disminuido, resulta aceptable considerando que su excesivo consumo incrementa la excreción urinaria de calcio (Weaver *et al.*, 1999).

El Cuadro 2 muestra diferencias en el consumo de hierro, calcio, fibra, fitatos y la relación fitatos:calcio entre los grupos vegetarianos y el GC, en el total de participantes. El uso de suplementos de hierro y calcio solo lo reportaron los dos grupos con dietas vegetarianas, sin diferencia en la cantidad consumida de cada mineral, entre ambos grupos. Los valores promedio de calcio no cubrieron la recomendación para hombres y mujeres de 19 a 50 años edad (1000mg/d); el de hierro solo fue adecuado en el GDV y el de fibra fue bajo en el GC ( $p>0.05$ ), respecto a los 25 mg recomendados por la FAO/OMS (2007).

**Cuadro 2.** Consumo diario estimado de micronutrientes, suplementos y otros componentes dietarios del total de participantes (n=86).

N	Dietas vegetarianas			p
	GC 47	GDOV 22	GDV 17	
<sup>1</sup> Hierro (mg/d)	12.4 ± 5 <sup>a</sup>	17.0 ± 4.9 <sup>b</sup>	19.7 ± 5.7 <sup>b</sup>	0.00
<sup>1</sup> Calcio (mg/d)	547.9 ± 246 <sup>a</sup>	375.4 ± 164.8 <sup>b</sup>	291.6 ± 144.6 <sup>b</sup>	0.00
<sup>1</sup> Vitamina C (mg/d)	151.1 ± 116 <sup>a</sup>	199.1 ± 128.8 <sup>a</sup>	206.4 ± 176.2 <sup>a</sup>	0.17
<sup>1</sup> Fibra (g/d)	17.2 ± 15 <sup>a</sup>	46.10 ± 28.2 <sup>b</sup>	67.3 ± 50.5 <sup>b</sup>	0.00
<sup>1</sup> Fitatos (mg/d)	298.2 ± 178 <sup>a</sup>	396.9 ± 283.3 <sup>b</sup>	452.3 ± 226.8 <sup>b</sup>	0.03
<sup>1</sup> Fitatos:hierro	2.0 ± 1	1.9 ± 0.9 <sup>a</sup>	2.0 ± 1.0 <sup>a</sup>	0.89
<sup>1</sup> Fitatos:calcio	0.03 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.11 ± 0.08 <sup>b</sup>	0.00
<sup>1</sup> Suplementos de hierro (mg/d)	-	7.5 ± 6.8	19.8 ± 14.1	0.20
<sup>1</sup> Suplementos de calcio (mg/d)	-	72.4 ± 15.4	148.3 ± 70.0	0.32

n=86. <sup>1</sup>Media y desviación estándar, análisis de varianza para muestras independientes (ANOVA); prueba de comparación de media Tukey-Kramer. Los valores con igual superíndice en una misma fila, no son diferentes ( $p>0.05$ ). GC, Grupo Control; GDOV, Grupo con Dietas Ovo-lactovegetarianas; GDV, Grupo con Dietas Veganas. Significancia de  $p\leq 0.05$ .

Los principales alimentos aportadores de hierro en los participantes del GC fueron: huevo, pollo,

tortilla de maíz, carne de res y frijoles. De estos, los de origen animal aportan hierro de alta biodisponibilidad (hierro hemo) y favorecedores de la absorción de hierro no hemo, disminuyendo el riesgo de desarrollar anemia. En el GDOV, los principales aportadores de hierro fueron las tortillas de maíz, espinacas, huevo, brócoli y frijoles; mientras que en el grupo GDV fueron las espinacas, tofu, lentejas, tortilla de maíz y garbanzo. En los 3 grupos, la tortilla de maíz fue uno de los principales aportadores de hierro y de acuerdo a Paredes-López *et al.* (2008), podría llegar a proporcionar entre el 32 y 62% de los requerimientos del mineral, al utilizar para su preparación harina de maíz nixtamalizado y enriquecida con hierro.

Considerando que las recomendaciones de consumo difieren de acuerdo al sexo y a la edad, se procedió a analizar el aporte dietario de nutrientes de hombres y mujeres, por separado, partiendo de que la cantidad de mujeres correspondió al 88.4% del total de participantes en el estudio (Cuadro 3).

En cuanto al cumplimiento de la ingesta recomendada de hierro, la cantidad aportada por la dieta fue insuficiente respecto a los 18 mg/d recomendados para mujeres en edad fértil (IOM, 2001). En este estudio, el 8.9% de las mujeres del GC, el 21% del GDOV y el 41.7% del GDV cubrió dicha recomendación. El valor promedio de hierro aportado por los suplementos fue de  $11.2 \pm 5.0$  mg/d en el GDOV y de  $22 \pm 4.2$  mg/d en el GDV. La sal de hierro contenida en el suplemento fue fumarato ferroso, cuyo contenido de hierro elemental es del 33%, con una biodisponibilidad similar a la del sulfato ferroso (alrededor del 20%), pero que aumenta o disminuye dependiendo de las necesidades del organismo (Harrington *et al.*, 2010). Entonces, al considerar el consumo total de hierro (dietario + suplementado), las mujeres de los GDOV y GDV cubrieron la recomendación diaria de consumo.

En cuanto al calcio dietario, los principales alimentos aportadores, en el GC, fueron los productos lácteos, leche de vaca, queso chihuahua, mayonesa, tortilla de maíz y huevo; mientras que en el GDOV fueron la bebida de almendras, espinacas, tortillas de maíz, la leche de vaca y queso fresco. Por último, en el grupo con dieta vegana los aportadores de calcio fueron sustitutos de lácteos (bebida de almendras, tofu y fécula de papa), espinacas y ejotes.

La ingesta diaria recomendada de calcio para las mujeres (1000 mg/d), de acuerdo a su edad, no fue cubierta en ninguno de los tres grupos de estudio y fue menor en los grupos GDOV y GDV ( $p < 0.05$ ) que en el GC, aun considerando el uso de suplementos (Cuadro 3). El calcio suplementado fue aportado por cápsulas de multiminerales de diferentes marcas, las cuales contenían carbonato

de calcio, cuya biodisponibilidad es del 72% (Straub, 2007). En promedio, la suplementación de calcio fue de  $118.0 \pm 62.2$  en las mujeres del GDOV y de  $142.1 \pm 43.0$  mg/d en el GDV (Cuadro 3), cantidades insuficientes para cubrir la recomendación de este nutrimento.

**Cuadro 3.** Consumo diario estimado de micronutrientes, suplementos y otros componentes dietarios de las mujeres participantes (n=76).

Datos	GC	Dietas vegetarianas		p
		GDOV	GDV	
N	45	19	12	
<sup>1</sup> Energía (kcal/d)	$1926.6 \pm 576.6^a$	$2390.9 \pm 799.5^a$	$1923.6 \pm 845.1^a$	0.07
<sup>1</sup> Proteína (g/d)	$72.9 \pm 67.8^a$	$96.09 \pm 59.1^a$	$96.56 \pm 31.36^a$	0.38
<sup>1</sup> Hierro (mg/d)	$11.9 \pm 4.3^a$	$15.6 \pm 3.6^b$	$17.9 \pm 5.03^b$	0.00
<sup>1</sup> Calcio (mg/d)	$534.4 \pm 233.3^a$	$374.1 \pm 172.5^b$	$297.2 \pm 153.5^b$	0.03
<sup>1</sup> Vitamina C	$150.8 \pm 118.6^a$	$181.9 \pm 124.7^a$	$175.9 \pm 135.1^a$	0.51
<sup>1</sup> Fibra	$16.7 \pm 15.1^a$	$44.9 \pm 30.2^b$	$60.3 \pm 43.3^b$	0.00
<sup>1</sup> Fitatos (mg/d)	$288.6 \pm 175.4^a$	$320.0 \pm 162.7^{ab}$	$450.5 \pm 250.3^b$	0.03
<sup>1</sup> Fitatos:hierro	$2.04 \pm 1.03^a$	$1.8 \pm 0.9^a$	$2.2 \pm 1.2^a$	0.78
<sup>1</sup> Fitatos:calcio	$0.03 \pm 0.02^a$	$0.06 \pm 0.04^a$	$0.10 \pm 0.08^b$	0.00
<sup>1</sup> Suplementos de hierro (mg/d)	0	$11.2 \pm 5.0$	$22.0 \pm 4.2$	0.10
<sup>1</sup> Suplementos de calcio (mg/d)	0	$118.0 \pm 62.2$	$142.1 \pm 43.0$	0.15

n=76. <sup>1</sup>Media y desviación estándar, análisis de varianza para muestras independientes (ANOVA); prueba de comparación de medias Tukey-Kramer. Los valores con igual superíndice en una misma fila, no son diferentes ( $p > 0.05$ ). GC, Grupo Control; GDOV, Grupo con dieta ovo-lactovegetariana; GDV, Grupo con Dieta Vegana. Significancia de  $p \leq 0.05$ .

El consumo de vitamina C, tanto en las mujeres como en los hombres participantes, cubrió la recomendación de consumo de 75 mg/d (IOM, 2001). En relación a los minerales, la vitamina C actúa como un favorecedor de la absorción de hierro, al reaccionar con el ion férrico dietario y generar ion ferroso, el cual se absorbe a nivel intestinal. Por el contrario, la fibra actúa como un inhibidor de la absorción de minerales, ya que al no digerirse se excreta junto con otros componentes de la dieta que quedan atrapados en ella. En el presente estudio, la frecuencia y cantidad de consumo de leguminosas y cereales y con ello el de fibra, fue mayor en los dos grupos con dietas vegetarianas que el grupo con dieta variada ( $p < 0.05$ ). Al respecto, Lee y Krawinkel,

(2011), reportaron que las dietas vegetarianas, aún con consumos elevados de fibra, no afectan el estado nutricional de hierro cuando el aporte de vitamina C es adecuado.

Las diferencias en el perfil de nutrientes entre distintos patrones dietarios (no vegetarianos, semi-vegetarianos, pesco-vegetarianos, ovo-lactovegetarianos y vegetarianos estrictos) se atribuyen al consumo de carne y lácteos (Rizzo *et al.*, 2013). En este estudio, la dieta del GC aporta hierro heme, cuya absorción no se ve afectada por los inhibidores antes mencionados, aun así, es importante mantener una vigilancia estricta, a través de análisis clínicos, de los indicadores bioquímicos del estado de hierro (hemoglobina y hematocrito), en grupos con alta demanda de dicho mineral como los niños, niñas y mujeres en edad fértil.

Otros componentes dietarios identificados como inhibidores de la absorción de minerales son los fitatos. El promedio de consumo de fitatos, en este estudio, mostró diferencia entre el GC y el GDV ( $p < 0.05$ ), pero no se alcanzó la cantidad señalada como inhibitoria de la absorción de minerales de 1000 mg/d (WHO, 1996). En cuanto al hierro, se estima que su absorción se inhibe ante relaciones de fitatos:hierro  $> 1$ , por lo que en el presente estudio se estima una absorción del mineral comprometida en las mujeres de los tres grupos de participantes (Cuadro 3).

En cuanto a la relación fitatos:calcio, los valores no indican inhibición de la absorción de calcio en ninguno de los grupos estudiados, al no rebasar el valor máximo de 0.24; sin embargo, la estimación del consumo de calcio mostró valores bajos, lo cual indica un riesgo para la DMO, dado que las cantidades no cubiertas por la dieta, serán aportadas por los huesos para mantener los niveles sanguíneos requeridos.

Entonces, la información dietaria de las mujeres con dietas restrictivas de alimentos de origen animal del presente estudio, mostró que el aporte de hierro hemo se encuentra ausente, el de calcio insuficiente y el de fibra elevada, lo cual coloca a las personas en riesgo de deficiencia de hierro y calcio.

En el Cuadro 4 se presenta la información dietaria de los hombres participantes ( $n=10$ ), observándose que en cada grupo de estudio tanto el hierro de la dieta como el de los suplementos rebasó el 100% de la recomendación de 8 mg/d para hombres mayores de 18 años (IOM, 2001). Esa alta cantidad de hierro, aunada al elevado consumo de vitamina C favorece la absorción de dicho mineral, a pesar del elevado consumo de fibra (Lee y Krawinkel, 2011) y de la relación molar fitatos:hierro  $> 1$ .

En cuanto al calcio, el Cuadro 4 muestra que el promedio de consumo fue más bajo en el GDV, respecto al GC ( $p < 0.05$ ). De manera individual, solo uno de los dos participantes del GC cubrió la IDR de calcio (1000 mg/d) a partir de la dieta; mientras que el aporte de calcio por suplementos de multiminerales solo fue reportado en los grupos ovolactovegetariano y vegano con cantidades de  $100 \pm 20$  mg/d y  $181 \pm 22.0$  mg/d respectivamente. Ante esta situación y considerando la observación de mayor riesgo de fractura cuando la ingestión de calcio es menor a 525 mg/d (Appleby *et al.*, 2007), los hombres con dietas vegetarianas que participaron en este estudio requieren atender esta deficiencia de consumo para asegurar un valor máximo de DMO en su etapa de adulto joven y disminuir así el riesgo de presentar fracturas.

La cantidad de consumo del resto de los nutrimentos analizados, indicados en el Cuadro 4, no fue diferente entre los tres grupos de participantes.

**Cuadro 4.** Consumo diario estimado de micronutrientes, suplementos y otros componentes dietarios de los hombres participantes (n=10).

Datos	Dietas vegetarianas			p
	GC	GDOV	GDV	
<b>N</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	
<sup>1</sup> Hierro (mg/d)	$23.3 \pm 0.1^a$	$25.3 \pm 4.2^a$	$24.0 \pm 5.2^a$	0.88
<sup>1</sup> Calcio (mg/d)	$851.7 \pm 429.9^a$	$383.5 \pm 130.8^{ab}$	$278.2 \pm 136.2^b$	0.03
<sup>1</sup> Vitamina C	$157.1 \pm 38.9^a$	$307.4 \pm 117.8^a$	$279.4 \pm 254.06^a$	0.70
<sup>1</sup> Fibra	$29.7 \pm 6.2^a$	$54.1 \pm 7.2^a$	$83.9 \pm 67.5^a$	0.18
<sup>1</sup> Fitatos (mg/d)	$513.9 \pm 58.0^a$	$884.4 \pm 437.9^a$	$456.5 \pm 182.5^a$	0.15
<sup>1</sup> Fitatos:hierro	$1.9 \pm 0.3^a$	$2.9 \pm 1.0^a$	$1.6 \pm 0.4^a$	0.06
<sup>1</sup> Fitatos:calcio	$0.04 \pm 0.03^a$	$0.2 \pm 0.09^a$	$0.12 \pm 0.06^a$	0.28
<sup>1</sup> Suplementos de hierro (mg/d)	-	$14 \pm 1.5$	$18.5 \pm 11.0$	0.20
<sup>1</sup> Suplementos de calcio (mg/d)	-	$100 \pm 20$	$181 \pm 22.0$	0.32

n=10. <sup>1</sup>Media y desviación estándar, análisis de varianza para muestras independientes (ANOVA); prueba de comparación de media Tukey-Kramer. Los valores con igual superíndice en una misma fila, no son diferentes ( $p > 0.05$ ). GC, Grupo control; GDOV, grupo con Dietas Ovo-lactovegetarianas; GDV, Grupo con Dietas Veganas. Significancia de  $p \leq 0.05$ .

## 6.2 Estado Nutricio de Hierro

Los diferentes componentes bioquímicos, indicadores del estado de hierro, se presentan en el Cuadro 5. El promedio de los valores de hemoglobina no fue diferente entre los tres grupos de estudio ( $p > 0.05$ ); mientras que la mediana de ferritina (almacén de hierro) fue más baja en el GDOV que la del GC y del GDV ( $p < 0.001$ ). Ambos indicadores están dentro de los valores normales para mujeres y hombres, en los tres grupos de estudio. Sin embargo, el análisis individual de los niveles de hemoglobina mostró 4 datos (4.65%) con valores por debajo de lo normal, es decir personas con anemia (2 con dieta ovo-lactovegetariana y 2 con dieta vegana), mientras que los niveles de ferritina fueron bajos en 8 (36%) personas del GDOV y en 5 (29%) del GDV, de los cuales 3 presentaron anemia: 2 del grupo GDOV (9%) y 1 (5.8%) del GDV.

**Cuadro 5.** Información de los niveles de ferritina, casos de anemia y algunos de los parámetros hematológicos de la citometría hemática.

Indicadores hematológicos	Dietas vegetarianas			p
	GC (n=47)	GDOV(n=22)	GDV(n=17)	
<sup>1</sup> Hemoglobina (g/dL)	13.14 ± 1.0 <sup>a</sup>	13.3 ± 1.3 <sup>a</sup>	13.6 ± 1.4 <sup>a</sup>	0.48
<sup>2</sup> Ferritina (n) ng/dL	(28) 33.4 (20.4 – 121) <sup>a</sup>	(22) 23.9 (5.2 – 57.7) <sup>b</sup>	(17) 23.2 (5.6 – 53.2) <sup>a</sup>	0.00
<sup>1</sup> VGM (n) fL	(4) 86.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	(22) 86.3 ± 13.0 <sup>a</sup>	(17) 86.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	0.07
<sup>1</sup> ADE (n) %	(4) 12.8 ± 1.4 <sup>a</sup>	(22) 12.7 ± 1.2 <sup>a</sup>	(17) 12.7 ± 1.1 <sup>a</sup>	0.97
<sup>1</sup> Hematocrito (%)	39.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	39.5 ± 2.8 <sup>a</sup>	40.0 ± 2.0 <sup>a</sup>	0.84
Anemia n (%)		2 (9.1)	2 (11.8)	0.60

n=86. <sup>1</sup>Media y desviación estándar, análisis de varianza para muestras independientes (ANOVA); prueba de comparación de media Tukey-Kramer; <sup>2</sup> Mediana (intervalo intercuartilar), Prueba de Kruskal-Wallis. Los valores con igual superíndice en una misma fila, no son diferentes ( $p > 0.05$ ); GC, Grupo Control; GDOV: Grupo con Dieta Ovo-lactovegetariana; GDV: Grupo con Dieta Vegana; VGM, volumen globular medio; ADE: amplitud de la distribución del volumen de los eritrocitos. Significancia de  $p \leq 0.05$ .

Adicionalmente, las personas con anemia también presentaron valores bajos de hematocrito (valor normal: 36% en mujeres y 39% en hombres) y VCM (microcitosis) y elevados de ADE (valor normal: 11-15%), los cuales confirman el diagnóstico de anemia por deficiencia de hierro. Dicha condición es aparentemente atribuible a las características de las dietas ovo-lactovegetariana y vegana, debido al aporte de hierro de baja biodisponibilidad, escaso o nulo aporte de hierro heme y elevado consumo de inhibidores de la absorción del mineral como la fibra y la relación fitatos:hierro >1. Respecto a las personas que tenían una dieta variada, los niveles de ferritina y hemoglobina fueron adecuados, al igual que en el estudio de Lee & Krawinkel, (2011), donde no se encontró correlación de ferritina con el consumo de hierro, atribuyendo este evento a una mayor biodisponibilidad de hierro de los alimentos provenientes de origen animal.

Del resto de participantes que no presentó anemia, pero sí niveles bajos de ferritina (n=10), 6 eran mujeres bajo el régimen ovo-lactovegetariano y 3 mujeres y un hombre del vegano, lo cual indica consumo de hierro de baja biodisponibilidad. Entonces, en estas 9 mujeres existe un riesgo elevado de anemia ferropénica, ya que al encontrarse en edad fértil, la demanda de hierro es elevada para cubrir las pérdidas derivadas de las hemorragias menstruales o del embarazo. Ante esta situación, se recomienda la evaluación regular del estado de hierro a través de análisis clínicos, para prevenir tanto el riesgo como la presencia de anemia ferropénica y las serias complicaciones que implican para la salud de estas mujeres.

El análisis de correlación no mostró relación, en ninguno de los tres grupos participantes, entre ferritina sérica y los siguientes componentes dietarios: consumo de hierro (GC:  $r=0.10$ ,  $p=0.61$ ; GDOV:  $r=0.05$ ,  $p=0.81$  y GDV:  $r=-0.07$ ,  $p=0.77$ ), vitamina C (GC:  $r=0.22$ ,  $p=0.24$ ; GDOV:  $r=0.18$ ,  $p=0.41$  y GDV:  $r=-0.01$ ,  $p=0.99$ ) y fitatos (GC:  $r=0.23$ ,  $p=0.21$ ; GDOV:  $r=0.07$ ,  $p=0.74$  y GDV:  $r=0.05$ ,  $p=0.84$ ).

Schüpbach *et al.* (2017), tampoco encontraron correlación entre el consumo de hierro, vitamina C y fitatos con los niveles de ferritina, lo cual atribuyeron al consumo habitual de suplementos por el 43% del total de los participantes (n=89). Asimismo, concluyeron que las dietas vegetarianas presentan limitaciones respecto al aporte de micronutrientes, por lo que considerar precauciones como la suplementación y el consumo de productos fortificados podría ser una estrategia para prevenir deficiencias.

En el presente estudio, el 35% (n=30) de los participantes que usaban suplementos de micronutrientes con hierro, corresponden a los que llevan dieta ovo-lactovegetariana o vegana.

Además, el 44% de los participantes con dietas vegetarianas (n=17) reportó que se realizan, al menos una revisión general de estudios clínicos dos veces al año, con atención sobre los indicadores de hierro.

El hecho de que una persona del grupo vegano presentara anemia, a pesar de tener nivel normal de ferritina y características hematológicas similares a la deficiencia de hierro, puede atribuirse a otros factores no relacionados con factores nutricionales como pérdida oculta de sangre, enfermedades crónicas y trastornos del sistema inmune. Cabe destacar que esta persona consumía suplementos de micronutrientes y su ingesta dietaria habitual de hierro cubría la recomendación de este mineral.

### 6.3 Estado Nutricio de Calcio

La DMO de las tres regiones óseas medidas, fue menor en los dos grupos de vegetarianos ( $p < 0.05$ ), en comparación con la del GC (Cuadro 6). Dicho resultado puede atribuirse, al menos parcialmente, a un consumo más alto de calcio en el GC, que en los participantes con dietas ovo-lactovegetarianas y veganas.

En el total de participantes (n=86) el consumo de calcio fue menor en los grupos GDOV y GDV que en el GC ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 2) y cabe resaltar en el caso específico de los participantes del GDOV, que a pesar de que no había restricción en el consumo de lácteos, la cantidad de calcio dietario fue similar a la de GDV. Adicionalmente, la DMO de las tres regiones óseas medidas, fue menor en los dos grupos con dietas vegetarianas ( $p < 0.05$ ), respecto al GC (Cuadro 6). Las diferencias en los valores de DMO entre personas vegetarianas y no vegetarianas, se han atribuido, en gran medida, a diferencias de superficie corporal obtenida a través del IMC (Ho-Pham *et al.*, 2012; Karavasiloglou *et al.*, 2020).

**Cuadro 6.** Comparación de los niveles de Densidad mineral ósea en los sujetos del grupo control (GC), con dietas ovo-lactovegetarianas (GDOV) y dietas veganas (GDV), ajustadas por IMC y consumo de calcio (n=86).

Región	GC (media ± DE)	Dietas vegetarianas		P
		GDOV (media ± DE)	GDV (media ± DE)	
N	47	22	17	
<sup>1</sup> DMO Lumbar total (kg/m <sup>2</sup> )	1.23 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.02 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.97 ± 0.11 <sup>b</sup>	0.00
<sup>1</sup> DMO cuello de fémur (kg/m <sup>2</sup> )	1.03 ± 0.13 <sup>a</sup>	0.83 ± 0.1 <sup>b</sup>	0.81 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.00
<sup>1</sup> DMO femur total (kg/m <sup>2</sup> )	1.07 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.95 ± 0.1 <sup>b</sup>	0.93 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.00

n=86. <sup>1</sup>Media y desviación estándar, análisis de covarianza (ANCOVA) ajustado por IMC y consumo de calcio; prueba de comparación de media Tukey-Kramer; Los valores con igual superíndice en una misma fila, no son diferentes (p>0.05). GC: Grupo Control; GDOV: Grupo con Dietas Ovo-lactovegetarianas; GDV: Grupo con Dietas Veganas. Significancia de p≤0.05.

Por otra parte, Ho-Pham *et al.*, (2012), reportaron que la DMO de la región lumbar y femoral era 4% menor en personas vegetarianas, en comparación con la de personas con dietas variadas, aunque señalaron que la disminución es clínicamente irrelevante. Por el contrario, Iguacel *et al.*, (2019) señalaron que los bajos valores de DMO en personas vegetarianas son de importancia clínica, principalmente en las personas con dietas veganas. Ello, porque al excluirse alimentos de origen animal, como los lácteos, se elimina el consumo de calcio de alta biodisponibilidad y de proteínas que favorecen la absorción del mineral. En el presente estudio, la frecuencia de consumo de lácteos fue baja, aún en el grupo de ovolactovegetarianos. De manera individual, el 31% de los participantes (n=7) del GDOV y el 72% (n=34) del GC cubrió la recomendación de consumo de 2 a 4 porciones de lácteos al día.

En cuanto al estado óseo, el porcentaje de participantes que presentó valores de DMO normal, osteopenia y osteoporosis, varió entre los GC, GDOV y GDV, en las tres regiones óseas evaluadas (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Comparación del porcentaje de casos con estado óseo normal, osteopenia y osteoporosis en cuello de fémur, fémur total y región lumbar (L2-L4) de las y los participantes del grupo control, con dieta ovo-lactovegetariana y dieta vegana (n=86).

Área	Estado óseo	GC% n=47	Dietas vegetarianas		p
			GDOV% n=22	GDV% n=17	
Cuello de fémur	Normal	97.8 <sup>a</sup>	63.6 <sup>b</sup>	47 <sup>b</sup>	0.00
	Osteopenia	2.2 <sup>a</sup>	36.3 <sup>b</sup>	53 <sup>b</sup>	0.00
	Osteoporosis	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0.35
Fémur total	Normal	93.6 <sup>a</sup>	63.6 <sup>b</sup>	70.5 <sup>ab</sup>	0.00
	Osteopenia	6.3 <sup>a</sup>	36.4 <sup>b</sup>	29.5 <sup>b</sup>	0.00
	Osteoporosis	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0.51
Región Lumbar	Normal	95.7 <sup>a</sup>	59 <sup>b</sup>	47 <sup>b</sup>	0.00
	Osteopenia	4.3 <sup>a</sup>	41 <sup>b</sup>	41.2 <sup>b</sup>	0.00
	Osteoporosis	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	0.23

n=86. Prueba de Chi-cuadrada. Valores significativos  $p < 0.05$ . FT: Fémur total; CF: Cuello de fémur. GC: Grupo control; GDOV: grupo con dietas ovo-lactovegetarianas; GDV: Grupo con dietas veganas. Significancia de  $p \leq 0.05$ .

La DMO del cuello de fémur fue normal en el 97.8% de los participantes con dietas variadas (GC), mientras que en los grupos con dietas ovo-lactovegetariana y vegana el porcentaje fue de 63.6% y 47%, respectivamente. La prevalencia de osteopenia en las tres regiones óseas, fue menor en el GC que en los grupos GDOV y GDV y se presentó únicamente en mujeres; pero no hubo diferencias entre hombres y mujeres, al realizar la comparación entre ovo-lactovegetarianos y veganos. Por otra parte, un hombre y una mujer presentaron osteoporosis en la región lumbar del grupo con dieta vegana.

La relación entre el impacto de la dieta vegana y ovo-lactovegetariana sobre la DMO todavía está en debate. Un análisis de revisión sistemática mostró que la DMO del cuello de fémur y de la región lumbar fue menor en los veganos (1.05 g/cm<sup>2</sup>, 0.84 g/cm<sup>2</sup>) y ovo-lactovegetarianos (1.12 g/cm<sup>2</sup>, 0.96 g/cm<sup>2</sup>) que la de las personas con dietas variadas (1.22 g/cm<sup>2</sup>, 1.19 g/cm<sup>2</sup>). Además, que las personas con dietas veganas presentaron un riesgo de fracturas 1.47 veces más alto que los omnívoros (Iguacel *et al.*, 2019).

En el presente estudio, la prevalencia más elevada de masa ósea baja (osteopenia) se observó en el cuello de fémur y en el fémur total de las personas que adoptaron dietas restrictivas de alimentos de origen animal. Esa condición pudiera ser irreversible considerando que el promedio de edad del GDOV fue de 33.4 años y en el GDV de 29.9, donde el crecimiento longitudinal y transversal de

los huesos está prácticamente concluido.

Los análisis de correlación de la DMO de las áreas lumbar, femoral total y cuello de fémur no mostraron relación con las cantidades consumidas de calcio y proteína (Cuadro 8). Ambos nutrimentos son componentes esenciales de los huesos y para tener un efecto positivo en la DMO, se necesita que su consumo sea adecuado, es decir que se cubran sus requerimientos diarios (Josse *et al.*, 2012). En este sentido, los resultados obtenidos en el análisis de correlación, podrían estar reflejando la deficiencia en el consumo dietario de proteína por gran parte de los participantes de los 3 grupos, al igual que el valor promedio de calcio que fue insuficiente para cubrir la recomendación de 1000mg/d, de acuerdo a la edad de los participantes (Cuadro 2).

**Cuadro 8.** Correlación de la densidad mineral ósea con el área lumbar, femoral total y cuello de fémur con variables dietarias, antropométricas, actividad física y edad.

	DMO Lumbar			DMO fémur total			DMO Cuello de fémur		
	GC n=47	GDOV n=22	GDV n=17	GC n=47	GDOV n=22	GDV n=17	GC n=47	GDOV n=22	GDV n=17
Calcio	0.04	0.29	0.24	0.17	0.16	0.07	0.19	0.03	0.26
Proteína	0.06	0.06	0.31	-0.24	0.23	0.11	0.2	0.23	0.27
NAF	0.26	0.17	0.15	0.21	0.35	0.34	0.13	0.26	0.19
IMC	0.2*	0.52*	0.23	0.11	0.47*	0.23*	0.31*	0.51*	0.11
Edad	0.21	0.4	0.4	-0.18	0.14	0.38	0.02	0.17	0.18

Correlación de Pearson. \*Correlación significativa ( $p \leq 0.05$ .); GC grupo control; GDOV: grupo con dietas ovo-lactovegetarianas; GDV: Grupo con dietas veganas.

La actividad física (NAF) no presentó relación con la DMO de ninguna de las áreas medidas, resultado que fue previamente reportado por Berg *et al.*, (2020) en personas con dietas vegetarianas y variadas, con un bajo NAF.

El IMC fue la única variable que mostró relación positiva con la DMO en dos de los grupos de estudio, en cada una de las regiones óseas medidas. Dicha característica se ha reportado previamente y confirma la relación de IMC elevados con valores altos de DMO. Berg *et al.* (2020), reportaron una correlación positiva del IMC con la DMO del área lumbar y de cuello de fémur en

personas con dietas vegetarianas y con dietas variadas. Asimismo, se señala al IMC como un factor protector ante la pérdida de masa ósea, manteniendo un menor riesgo de fractura.

Por último, la edad no mostró relación con la DMO, lo cual puede atribuirse al hecho de que alrededor de la tercera parte de los participantes, no había alcanzado el valor máximo de masa ósea. En este sentido, Xiao y Wu, (2020), consideraron que la asociación positiva de la DMO lumbar y de cuello de fémur en personas de 30 a 50 de edad, se debía a que en estas edades se cuenta con el pico máximo de masa ósea y niveles más altos de hormonas sexuales, respecto a otras etapas de la vida.

## **7 CONCLUSIÓN**

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que las personas con dietas ovo-lactovegetarianas y veganas requieren cubrir las cantidades adecuadas de consumo de hierro y calcio, así como asegurar su absorción con el aporte dietario de favorecedores y regulando el de inhibidores de la absorción de ambos minerales, dado que los casos de anemia ferropénica y osteoporosis se presentaron solo en participantes bajo régimen dietario restrictivo de alimentos de origen animal.

## **8 RECOMENDACIONES**

Para futuros estudios se recomienda incluir un mayor número de participantes, dado que en el presente se presentaron dificultades para el reclutamiento de participantes debido a la pandemia por COVID-19 y por criterios de inclusión relacionados con la edad.

Insistir en que los participantes fortalezcan la planeación de las dietas restrictivas y de vigilancia médica en cuanto a indicadores de salud y atender las recomendaciones sobre tipos y dosis de suplementos nutricionales, de acuerdo a su dieta y estado de salud.

Promover la investigación orientada a conformar guías dietarias enfocadas a desarrollar mejores pautas dietéticas, para estos los dietarios vegetarianos en diferentes contextos culturales. Además, de identificar alimentos sustitutos, fortificados de forma apropiada y aptos para el consumo de personas con dietas veganas.

## 9 REFERENCIAS

- Allen, L. & Ahluwalia N. 1997. Improving iron status through diet. The application of knowledge concerning dietary iron bioavailability in human populations. Arlington, VA: OMNI Project/John Snow, Inc, p. 661-8.
- Allès, B., Baudry, J., Méjean, C., Touvier, M., Péneau, S., Hercberg, S. & Kesse-Guyot, E. 2017. "Comparison of sociodemographic and nutritional characteristics between self-reported vegetarians, vegans, and meat-eaters from the Nutrinet-Sante study." *Nutrients* 9(9): 1023.
- AMAI. 2011. Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercado & Opinión Pública, A.C. Comité de niveles Socioeconómicos.
- AOAC L. 1982. Calcium bioavailability and absorption: a review. *American Journal of Clinical Nutrition*. 783-808.
- Appleby, P., Roddam, A., Allen, N. & Key T. 2007. "Comparative fracture risk in vegetarians and nonvegetarians in EPIC-Oxford." *European journal of clinical nutrition* 61(12): 1400-1406.
- Bach, K., Tetens I., Alstrup A., Dal Thomsen, A., Milman N., Hels, O., Sandström, B. & Hansen, M. 2005. A decrease in iron status in young healthy women after long-term daily consumption of the recommended intake of fibre-rich wheat bread. *European Journal of Nutrition*, 44(6): 334-340.
- Bartels, H. & Böhmer, M. 1972. Serum creatinine determination without protein precipitation. *Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry*, 37: 193-197.
- Bedford, J. L. & Barr, S.I. 2005. "Diets and selected lifestyle practices of self-defined adult vegetarians from a population-based sample suggest they are more health conscious." *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2(1): 4.
- Beinner M. & Lamounier, J. 2003. Recent experience with fortification of foods and beverages with iron for the control of iron-deficiency anemia in Brazilian children. *Food and Nutrition Bulletin*, 24(3): 268-274.
- Berg, J., Seyedsadjadi, N., & Grant, R. 2020. Increased Consumption of Plant Foods Is Associated with Increased Bone Mineral Density. *The journal of nutrition, health & aging*, 1-10.
- Brissot P., Ropert, M., Le Lan., C. & Loréal, O. 2012. Non-transferrin bound iron: a key role in iron overload and iron toxicity. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1820(3): 403-410.
- Borude, S. 2019. Which Is a Good Diet—Veg or Non-veg? Faith-Based Vegetarianism for Protection from Obesity—a Myth or Actuality? *Obesity surgery*, 29(4): 1276-1280.
- Brown, E.M., Gamba, G., Riccardi, D., Lombardi, M., Butters, R., Kifor, O., Sun, A., Hediger, M.A., Lytton, J. & Hebert, S.C. 1993. Cloning and characterization of an extracellular Ca<sup>2+</sup>-sensing receptor from bovine parathyroid. *Nature*, 366(6455), 575-580.
- Brune, M., Rossander, L. & Hallberg, L. 1989. "Iron absorption: no intestinal adaptation to a high-phytate diet." *The American journal of clinical nutrition* 49(3): 542-545.

- Cancelo, M.J., Castelo, C., Palacios, S., Haya, J., Ciria, M., Manasanch, J. & Pérez, L. 2013. Tolerability of different oral iron supplements: a systematic review. *Current medical research and opinion*, 29(4): 291-303.
- Cardero, Y., González, R. & Capdesuñer, A. 2009. Importancia del consumo de hierro & vitamina c para la prevención de anemia ferropénica. *Medisan*, 13(6).
- Chai, Z.F., Gan, W.Y., Chin, Y.S., Chin, Y.K. & Appukutty, M. 2019. Factors associated with anemia among female adult vegetarians in Malaysia. *Nutrition research and practice*, 13(1): 23-31.
- Collings, R., Harvey, L.J., Hooper, L., Hurst, R., Brown, T.J., Ansett, J., King, M. & Fairweather, S.J. 2013. The absorption of iron from whole diets: a systematic review. *The American journal of clinical nutrition*, 98(1): 65-81.
- Cook, J., Dassenko, S. & Whittaker, P. 1991. Calcium supplementation: effect on iron absorption. *The American journal of clinical nutrition*, 98(1): 65-81.
- Cordain, L., Eaton, S. B., Sebastian, A., Mann, N., Lindeberg, S., Watkins, B. A., & Brand-Miller, J. 2005. Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century. *The American journal of clinical nutrition*, 81(2), 341-354.
- Córdoba, L., Lugo, L.M. & García, V. 2012. Adecuación nutricional de la ingesta de los estudiantes de secundaria de Badajoz. *Nutrición Hospitalaria*, 27(4): 1065-1071.
- Craig, W. J., & Mangels, A. R. 2009. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *Journal of the American dietetic association*, 109(7), 1266.
- Cuevas-Nasu, L., Rivera-Dommarco, J. A., Shamah-Levy, T., Mundo-Rosas, V., & Méndez-Gómez Humarán, I. 2014. Food insecurity and nutritional status of preschool children in Mexico. *Salud pública de México*, 56, s47-s53.
- Da Silva, L. F., Dutra-de-Oliveira, J. E. & Marchini, J. S. 2004. Serum iron analysis of adults receiving three different iron compounds. *Nutrition research*, 24(8): 603-611.
- Davey, S., Lawlor, D.A. & Ebrahim, S. 2004. Commentary: The hormone replacement–coronary heart disease conundrum: is this the death of observational epidemiology? *International Journal of Epidemiology*, 33(3): 464-467.
- Dawson, H., Harris, S., Krall, E. & Dallal, G. 2012. Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. *New England Journal of Medicine*, 337(10): 670-676.
- De Lago-Acosta, A., Parada-Tapia, M. G. & Somera-Iturbide, J. 2008. Prevalencia de osteoporosis en población abierta de la ciudad de México. *Ginecología & Obstetricia de México*, 76(5): 261-6.
- FAO/WHO. 2007. Food standards programme codex committee on nutrition and foods for special dietary Uses. 29th Session.
- Farmer, B. 2014. Nutritional adequacy of plant-based diets for weight management: observations from the NHANES. *The American journal of clinical nutrition*, 100(1): 365S-368S.
- Farmer, B., Larson, B. T., Fulgoni III, V. L., Rainville, A. J., & Liepa, G. U. 2011. A vegetarian dietary pattern as a nutrient-dense approach to weight management: an analysis of the

- national health and nutrition examination survey 1999-2004. *Journal of the American Dietetic Association*, 111(6), 819-827.
- Ferreti, J.L. 2000. *Biomecánica ósea*. Editoriales Santa fé. Tercera edición. Bogotá. 47-64 pp. (Dónde pp es paginación consultada).
- Fisher, D., Hanzlik, R.P. & Fowler, S.C. 2005. Relative bioavailability of calcium from calcium formate, calcium citrate, and calcium carbonate. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 313(3): 1217-1222.
- Fleming, R.E. & Bacon, B.R. 2005. Orchestration of iron homeostasis. *New England Journal of Medicine*. 352: 1741-1744.
- Food and Nutrition Board/Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes (DRI) and Recommended Dietary Allowances (RDA) for energy, carbohydrate, fiber, fats, fatty acids, cholesterol, proteins and amino acids*. Institute of Medicine of the National Academies. Washington DC. The Nacional Academy Press, 2002.
- Fulgoni, V.L., Keast, D.R., Bailey, R.L. & Dwyer, J. 2011. Foods, fortificants and supplements: Where do Americans get their nutrients? *The Journal of Nutrition*, 141(10): 1847-1854.
- Garrow, J.S. & Webster, J. 1985. Quetelet's index (W/H<sup>2</sup>) as a measure of fatness *International Journal of Obesity*, 9(2): 147-153.
- Gibson, R. 2005. *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford University Press. Primera edición. New York. 55-75 pp. (Dónde pp es paginación consultada).
- Goulart D., Gomes, A., De Ávila, J., Tonetti, T. & Siquera, H. 2013. Qualidade nutricional de dietas e estado nutricional de vegetarianos: *Alimentação, Nutrição & Saúde*, 8(2): 163-172.
- Guyton, A. 2011. *Physiology of the human body, the blood cells, hemoglobin and resistance to infection*. Saunder College Publishing. Sexta edición, USA. 394 – 398 pp. (Dónde pp es paginación consultada).
- Harvey, L. J., Armah, C. N., Dainty, J. R., Foxall, R. J., Lewis, D. J., Langford, N. J. & Fairweather-Tait, S. J. 2005. Harvey, L. J., Armah, C. N., Dainty, J. R., Foxall, R. J., Lewis, D. J., Langford, N. J., & Fairweather-Tait, S. J. 2005. "Impact of menstrual blood loss and diet on iron deficiency among women in the UK." *British Journal of Nutrition* 94(4): 557-564.
- Hercberg, S., Preziosi, P. & Galan, P. 2001. Iron deficiency in Europe. *Public Health Nutrition* 4(2b): 537-545.
- Hernandez-Ávila M., Rosales, M., Parra, S. 2000. *Sistema de evaluación de hábitos nutricionales y consumo de nutrimentos (SNUT)*. Cuernavaca México: Instituto Nacional de Salud Pública. 40: 133-140.
- Hernández, A. 2010. *Tratado de Nutrición: Composición & Calidad Nutritiva de los Alimentos*. Editorial Médica Panamericana. Segunda edición. Buenos Aires, Argentina. 88-92 pp. (Dónde pp es paginación consultada).
- Hoek, A.C., Luning, P.A., Stafleu, A., & de Graaf, C. 2004. Food-related lifestyle and health attitudes of Dutch vegetarians, non-vegetarian consumers of meat substitutes, and meat consumers. *Appetite*, 42(3): 265-272.
- Ho-Pham, L. T., Vu, B. Q., Lai, T. Q., Nguyen, N. D. & Nguyen, T. V. 2012. "Vegetarianism, bone

- loss, fracture and vitamin D: a longitudinal study in Asian vegans and non-vegans." *European Journal of Clinical Nutrition* 66(1): 75-82.
- Hurrell, R. F. 2002. "Fortification: overcoming technical and practical barriers." *The Journal of Nutrition* 132(4): 806S-812S.
- Hwang, I. G., Shin, Y. J., Lee, S., Lee, J. & Yoo, S. M. 2012. "Effects of different cooking methods on the antioxidant properties of red pepper (*Capsicum annuum* L.)." *Preventive Nutrition and Food Science* 17(4): 286.
- Iguacel, I., Miguel-Berges, M. L., Gómez-Bruton, A., Moreno, L. A. & Julián, C. 2019. "Veganism, vegetarianism, bone mineral density, and fracture risk: a systematic review and meta-analysis." *Nutrition Reviews* 77(1): 1-18.
- Institute of Medicine. 2001. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin C, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc* National Academy Press. (Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies).
- Jaceldo-Siegl, K., Estevez, D., Fraser, G. E., Hayes-Bautista, D. E., Flores, H., Jordan, M. & Singh, P. N. 2019. "Plant-based diets in hispanic/latino adult adventists in the United States and their association with body mass index." *American Journal of Health Promotion* 33(6): 869-875.
- Josse, A. R., Atkinson, S. A., Tarnopolsky, M. A., & Phillips, S. M. 2012. Diets higher in dairy foods and dietary protein support bone health during diet-and exercise-induced weight loss in overweight and obese premenopausal women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 97(1), 251-260.
- Karavasiloglou, N., Selinger, E., Gojda, J., Rohrmann, S. & Kühn, T. 2020. "Differences in Bone Mineral Density between Adult Vegetarians and Nonvegetarians Become Marginal when Accounting for Differences in Anthropometric Factors." *The Journal of Nutrition* 150(5): 1266-1271.
- Knurick, J. R., Johnston, C. S., Wherry, S. J., & Aguayo, I. 2015. Comparison of correlates of bone mineral density in individuals adhering to lacto-ovo, vegan, or omnivore diets: a cross-sectional investigation. *Nutrients*, 7(5), 3416-3426.
- Leahy, E., Lyons, S. & Tol, R. S. 2010. *An estimate of the number of vegetarians in the world*, ESRI Working Paper.
- Lee, Y. & Krawinkel, M. 2011. The nutritional status of iron, folate, and vitamin B-12 of Buddhist vegetarians. *Asian Pacific Journal of Clinical Nutrition* 20(1): 42.
- Leitzmann, C. 2014. "Vegetarian nutrition: past, present, future." *The American Journal of Clinical Nutrition* 100(1): 496S-502S.
- Lim, K. H., Riddell, L. J., Nowson, C. A., Booth, A. O. & Szymlek-Gay, E. A. 2013. "Iron and zinc nutrition in the economically-developed world: a review." *Nutrients* 5(8): 3184-3211.
- López-Alvarenga J.C., Reyes-Díaz, S., Castillo-Martínez L., Dávalos-Ibañez, A. & González-Barranco, J. 2001. Reproducibilidad y sensibilidad de un cuestionario de actividad física en población mexicana. *Salud Pública de México* 43:306-312.
- Ma, G., Li, Y., Jin, Y., Zhai, F., Kok, F. J. & Yang, X. 2007. "Phytate intake and molar ratios of phytate to zinc, iron and calcium in the diets of people in China." *European Journal of*

Clinical Nutrition 61(3): 368-374.

- Mangels, A. R. 2014. "Bone nutrients for vegetarians." *The American journal of clinical nutrition* 100(1): 469S-475S.
- Mariotti, F., & Gardner, C. D. 2019. Dietary protein and amino acids in vegetarian diets—A review. *Nutrients*, 11(11), 2661.
- Méndez, R. O. & Wyatt, C.J. 2000. "Contenido & absorción del calcio proveniente de la dieta del noroeste de México: Una retrospectiva bibliográfica." *Archivos Latinoameeicanos de Nutrición* 50(4): 330-333.
- Mifflin M.D., St Jeor, S.T., Hill, L.A., Scott, B.J., Daugherty, S.A. & Koh, Y.O. 1990. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *American Journal of Clinical Nutrition*. 51(2):241-247.
- Munyaka, A. W., Makule, E. E., Oey, I., Van Loey, A. & Hendrickx, M. 2010. "Thermal stability of L-ascorbic acid and ascorbic acid oxidase in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*)." *Journal of Food Science* 75(4): C336-C340.
- Nair, K. M., Brahmam, G. N., Radhika, M. S., Dripta, R. C., Ravinder, P., Balakrishna, N. & Abrams, S. A. 2013. "Inclusion of guava enhances non-heme iron bioavailability but not fractional zinc absorption from a rice-based meal in adolescents." *The Journal of Nutrition* 143(6): 852-858.
- Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2005, Servicios básicos de salud. Promoción & educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación.
- Olaiz, G., Rivera, J., Shamah, T., Rojas, R., Villalpando, S., Hernández, M. & Sepúlveda, J. 2012. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2012. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud & Nutrición.
- O'Leary, F. & S. Samman. 2010. "Vitamin B12 in health and disease." *Nutrients* 2(3): 299-316.
- OMS, Organización Mundial de la Salud. 2017. Documento Normativo sobre anemia.
- Ortega, M. I., Quizán, P. T., Morales, G. & Preciado, M. 1999. "Cálculo de ingestión dietaria & coeficientes de adecuación a partir de: registro de 24 horas & frecuencia de consumo de alimentos." *Cuadernos de Trabajo* 1: 49.
- Ortner, D. J. 2003. Identification of pathological conditions in human skeletal remains, Academic Press.
- Paredes López, O., Guevara Lara, F. & Bello Pérez, L. A. 2009. "La nixtamalización & el valor nutritivo del maíz." *Ciencias* 92(092).
- Ruby, M.B., Heine, S.J. 2011. Meat, morals, and masculinity. *Appetite*, 56(2): 447-450.
- Ruiz, G.J. 2014. Fundamentos de hematología. Editorial Médica Panamericana. Quinta edición. Buenos Aires, Argentina. 53-59 pp.
- Rizzo, N.S., Jaceldo-Siegl, K., Sabate, J., & Fraser, G.E. 2013. Nutrient profiles of vegetarian and nonvegetarian dietary patterns. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(12): 1610-1619.
- Saito, H., Hayashi, D., Ohya, T., Ohya, F. & Yamada, H. 1979. Clinical evaluation on serum

ferritin. *Rinsho Ketsueki*. 20:1317–25.

- Sarkar, B. & Chauhan, U. 1967. A new method for determining micro quantities of calcium in biological materials. *Analytical Biochemistry* 20(1), 155-166.
- Schüpbach, R., Wegmüller, R., Berguerand, C., Bui, M. & Herter-Aeberli, I. 2017. "Micronutrient status and intake in omnivores, vegetarians and vegans in Switzerland." *European Journal of Nutrition* 56(1): 283-293.
- Shamah-Levy, T., Campos-Nonato, I., Cuevas-Nasu, L., Hernández-Barrera, L., Morales-Ruán, M. D. C., Rivera-Dommarco, J., & Barquera, S. 2020. "Sobrepeso y obesidad en población mexicana en condición de vulnerabilidad. Resultados de la Ensanut 100k." *Salud Pública de México* 61(6): 852-865.
- Soriano J. 2011. *Nutrición básica humana*. Universida de Valencia. Segunda Edición. Valencia, España. 467-471 pp. (Dónde pp es paginación consultada).
- Springmann, M., Wiebe, K., Mason-D'Croz, D., Sulser, T. B., Rayner, M. & Scarborough, P. 2018. "Health and nutritional aspects of sustainable diet strategies and their association with environmental impacts: a global modelling analysis with country-level detail." *The Lancet Planetary Health* 2(10): e451-e461.
- Tong, T. Y., Key, T. J., Gaitskell, K., Green, T. J., Guo, W., Sanders, T. A. & Bradbury, K. E. 2019. "Hematological parameters and prevalence of anemia in white and British Indian vegetarians and nonvegetarians in the UK Biobank." *The American Journal of Clinical Nutrition* 110(2): 461-472.
- Tsugawa, N. A. O. K. O., Okano, T., Higashino, R., Kimura, T., Oshio, Y., Teraoka, Y. & Kobayash, T. 1995. "Bioavailability of calcium from calcium carbonate, DL-calcium lactate, L-calcium lactate and powdered oyster shell calcium in vitamin D-deficient or-replete rats." *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 18(5): 677-682.
- Tucker, K. L. 2014. Vegetarian diets and bone status. *The American Journal of Clinical Nutrition* 100(1): 329S-335S.
- Uzel, C. & Conrad, M. E. 1998. Absorption of heme iron. *Seminars in hematology*. 35(1): 27-34.
- Walter, P., Baerlocher, K., Camenzind-Frey, E., Pichler, R., Reinli, K., Schutz, Y. & Wenk, C. 2007. *Gesundheitliche Vor- und Nachteile einer vegetarischen Ernährung: Expertenbericht der Eidgenössischen Ernährungskommission, ETH Zurich*.
- Wang, L., Nancollas, G. H., Henneman, Z. J., Klein, E. & Weiner, S. 2006. "Nanosized particles in bone and dissolution insensitivity of bone mineral." *Biointerphases* 1(3): 106-111.
- Weaver, C. M., *et al.* 1999. "Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet." *The American Journal of Clinical Nutrition* 70(3): 543s-548s.
- WHO, World Health Organization. 1996. *Classification of osteoporosis. Risk factors. Clinical manifestations and differential diagnosis*.
- WHO, World Health Organization. 2012. *Report about health in the world*.
- WHO, World Health Organization. 2011. *Serum Ferritin Concentrations for the Assessment of Iron Status and Iron Deficiency in Populations. Vitamin and Mineral Nutrition Information System. Geneva, Switzerland*. 173-179.

- WHO, World Health Organization. 1996. Trace elements in human nutrition and health. Geneva, Switzerland.
- Xiao, X., & Wu, Q. 2020. Association between a literature-based genetic risk score and bone mineral density of African American women in Women Health Initiative Study. *Osteoporosis International*, 31(5), 913-920.
- Yates, A. A., Schlicker, S. A. & Suitor, C. W. 1998."Dietary reference intakes: the new basis for recommendations for calcium and related nutrients, B vitamins, and choline." *Journal of the American Dietetic Association* 98(6): 699-706.