



**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**DETERMINACIÓN DE MAGNESIO EN ADULTOS DE 25 A 64  
AÑOS DE LA URB. PACHACÁMAC DEL DISTRITO DE  
VILLA EL SALVADOR. NOVIEMBRE, 2015.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE QUÍMICO-FARMACÉUTICA**

**Presentado por:**

Br.: Chuquitaype Mallma, Jenny Lee

Br.: Quintanilla Carhuamaca, Laddy Deisy

**Asesor:**

Q.F. Dr. JUAN MANUEL PARREÑO TIPIAN

**Lima – Perú**

**2017**

## DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial y ser mi guía en el camino de la vida y el saber.

A mis padres, *Luz Mallma* y *Jesús Chuquitaype*, por el apoyo incondicional y por habernos inculcado valores y enseñado la perseverancia para alcanzar nuestras metas.

A mis hermanos, en especial a mi hermano mayor *Kid Chuquitaype*, familiares, y amigos, en especial a *Francisco Ponce*, *Armando Yataco*, *Julio Montalvo* y a mi mejor amiga *Laddy Quintanilla* que son la principal fuente de motivación y superación personal.

A nuestros docentes y colegas, en especial al Dr. *Juan Manuel Parreño Tipian*, por las enseñanzas en el transcurso de nuestra carrera universitaria, para formarnos como profesionales y personas de bien.

JENNY LEE CHUQUITAYPE MALLMA

## DEDICATORIA

A / Dios:

Por darme la vida, salud, felicidad y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte.

Mis padres *Eduardo Quintanilla* y *Matilde Carhuamaca*, quienes son mi pilar fundamental y mi más valioso tesoro, por creer siempre en mi capacidad para alcanzar mis metas, por su inmenso amor incondicional en mi formación como persona, por el gran apoyo y sacrificio a lo largo de todo éste tiempo.

A SEBASTIÁN, mi hijo que es la razón de mi vida ya que a través del brillo de sus ojos permite que continúe y no me dé por vencida.

Hermanos, familiares y amigos en especial a Dalila López por el apoyo, cariño y confianza que siempre han tenido en mí para lograr mis objetivos.

Mi Compañera de tesis *Jenny Chuquitaype*, mi mejor amiga que compartió conmigo desvelos, esfuerzos y alegría muchos momentos inolvidables en el transcurso de los años de nuestra carrera Universitaria.

Nuestros docentes y a la vez maestros en especial al Dr. *Juan Manuel Parreño Tipian*, por la enseñanza, paciencia y confianza durante todos los años de estudio para formarnos como profesionales.

LADDY DEISY QUINTANILLA CARHUAMACA

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por darnos la vida, permitirnos vivir y disfrutar de cada día, en compañía de nuestras familias y amigos.

Gracias a todos los que nos permitieron cumplir con excelencia el desarrollo de esta tesis, por sus aportes, comprensión y apoyo, les hacemos presente nuestro cariño y afecto hacia ustedes.

En especial a nuestro asesor de tesis, Dr. Juan Manuel Parreño Tipian y su colaborador Q.F. Juan Carlos Vera Gamboa por su dedicación, apoyo y motivación, que ha sido fundamental para nuestra formación como investigadores.

A nuestra alma mater la Universidad Norbert Wiener.

A nuestros jurados:

Presidente: Dra. Norma Julia Ramos Cevallos

Secretario: Mg. Norma Angélica Carlos Casas

Vocal: Mg. José Edwin Rodríguez Lichtenheldt

Por sus valiosos aportes al presente trabajo de investigación.

# ÍNDICE

## RESUMEN

<b>ABSTRACT</b>	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.2. Hipótesis .....	3
1.3. Objetivos .....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivo específicos.....	4
1.4. Identificación de variables.....	4
1.4.1. Variable independiente: .....	4
1.4.2. Variable dependiente: .....	4
1.5. Justificación e importancia del estudio .....	4
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	6
2.1. Antecedentes .....	6
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional .....	6
2.1.2. Antecedentes a nivel Nacional.....	10
2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. Magnesio .....	11
2.2.2. Contenido corporal.....	12
2.2.3. Funciones del magnesio en el organismo.....	13
2.2.4. Metabolismo del magnesio. ....	16
2.2.5. Fisiología de la homeostasis del magnesio .....	17
2.2.6. Factores que influyen en la excreción de magnesio por el riñón. ....	19
2.2.7. Procedencia dietética.....	20
2.2.8. Requerimientos de magnesio y biodisponibilidad .....	23
2.2.9. Hipomagnesemia .....	24
2.2.10. Hiper magnesemia.....	26
2.2.11. Valoración o evaluación nutricional antropométrica.....	27

<b>III. PARTE EXPERIMENTAL</b> .....	29
3.1. Diseño metodológico.....	29
3.1.1. Tipo de investigación .....	29
3.1.2. Población o muestra .....	29
3.1.3. Criterios de inclusión.....	29
3.1.4. Criterios de exclusión.....	30
3.2. Toma de muestra .....	30
3.2.1. Materiales.....	31
3.2.2. Equipos e instrumentos.....	32
3.2.3. Reactivos .....	32
3.3. Método .....	32
3.3.1.. Fundamento del método .....	33
3.4. Muestra .....	34
3.5. Procedimiento .....	34
3.5.1. Estabilidad de la mezcla .....	34
3.5.2. Valores de referencia.....	34
3.6. Análisis Estadístico .....	34
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	35
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	44
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	46
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	47
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	48
<b>IX. ANEXO</b> .....	53
Anexo N° 01 Declaración de consentimiento informado .....	53
Anexo N° 02 Validación basada en el juicio de expertos .....	54
Anexo N° 03 Encuesta.....	55
Anexo N° 04 Formato del resultado del análisis .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 01.	Clasificación de los bioelementos.....	11
TABLA 02.	Distribución de Mg en el cuerpo de un adulto de 70kg.....	13
TABLA 03.	Principales alimentos ricos en magnesio.....	20
TABLA 04.	Fuentes alimenticias de magnesio por porción.....	23
TABLA 05.	Requerimientos diarios de Magnesio para hombres y mujeres.....	23
TABLA 06.	Requimientos diario de magnesio para niños.....	24
TABLA 07.	Organización de la Campaña de salud.....	31
TABLA 08.	Procedimiento.....	34
TABLA 09.	Valores de magnesio en adultos de 25 a 64 años de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador. Noviembre, 2015.....	35
TABLA 10	Concentración de magnesio según el género en adultos de 25 a 64 años.....	36
TABLA 11	Valores de magnesio de acuerdo a los grupos etarios en adultos 25 a 64 años.....	37
TABLA 12	Nivel de magnesio según el índice de masa corporal en adultos de 25 a 64 años.....	38
TABLA 13	Nivel de magnesio según el índice de cadera y cintura en adultos de 25 a 64 años.....	39
TABLA 14.	Evaluación del nivel magnesio según el consumo de verduras en adultos de 25 a 64 años.....	40
TABLA 15.	Concentración de magnesio según el consumo de frutos secos en adultos de 25 a 64 años.....	41
TABLA 16.	Evaluación del nivel magnesio según el consumo de menestras en adultos de 25 a 64 años.....	42
TABLA 17.	Concentración de magnesio según el consumo de café en adultos de 25 a 64 años.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 01.	Tabla de los Bioelementos.....	11
FIGURA 02.	Elementos seleccionadas de la tabla periódica de relevancia clínica y/o importancia para la salud pública.....	12
FIGURA 03.	Clasificación de la valoración nutricional de las personas adultas según el índice de masa corporal (IMC).....	28
FIGURA 04.	Valores de magnesio en adultos de 25 a 64 años de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador. Noviembre, 2015.....	35
FIGURA 05.	Concentración de magnesio según el género en adultos 25 a 64 años.....	36
FIGURA 06.	Valores de magnesio de acuerdo a los grupos etarios en adultos 25 a 64 años.....	37
FIGURA 07.	Nivel de magnesio según el índice de masa corporal en adultos de 25 a 64 años.....	38
FIGURA 08.	Nivel de magnesio según el índice de cadera y cintura en adultos de 25 a 64 años.....	39
FIGURA 09.	Evaluación del nivel magnesio según el consumo de verduras en adultos de 25 a 64 años.....	40
FIGURA 10	Concentración de magnesio según el consumo de frutos secos en adultos de 25 a 64 años.....	41
FIGURA 11.	Evaluación del nivel magnesio según el consumo de menestras en adultos de 25 a 64 años.....	42
FIGURA 12.	Concentración de magnesio según el consumo de café en adultos de 25 a 64 años.....	43

## RESUMEN

El magnesio es el cuarto catión más abundante en el organismo y el segundo catión más abundante del espacio intracelular después del potasio, necesario en más de 300 reacciones enzimáticas y se encuentra distribuido en el compartimiento intracelular en un 99% y 1% en el fluido extracelular. El objetivo de la presente investigación, fue determinar los valores de magnesio en suero que se presentaron en adultos de 25 a 64 años de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador. Se hizo un estudio descriptivo, de diseño observacional, de corte transversal y prospectivo, realizado en el mes de Noviembre del 2015 a 100 personas adultas aparentemente sanas, a los cuales se les determino la concentración de magnesio en suero por el método de espectrometría ultravioleta-visible (UV/VIS). Los resultados obtenidos muestran que el 71% de las personas están dentro de los valores de referencia (1,7 a 2,5 mg/dL), el 21% presentan hipomagnesemia y el 8% restante presentan hipermagnesemia, se registró una mayor concentración de magnesio en el género femenino con 62,5%. Además se encontró que el 42,9% de personas entre 50 a 64 años presentaron hipomagnesemia, el 57,1% de la población con sobrepeso presento hipomagnesemia, en cuanto al Índice de Cadera Cintura (ICC) se registró que el 61,9% de personas con síndrome androide presentan hipomagnesemia. Con respecto a la ingesta de alimentos y la concentración de magnesio podemos señalar que existe una relación directamente proporcional debido a que a mayor consumo de alimentos que contienen magnesio es mayor la concentración de este mineral en el organismo. En conclusión, si la población adopta un estilo de vida y una dieta más saludable no sería necesario el consumo de suplementos de magnesio ya que se estarían cubriendo los requerimientos diarios que el organismo necesita.

Palabras clave: Hipomagnesemia, Hipermagnesemia, Adultez.

## ABSTRACT

Magnesium is the fourth most abundant cation in the body and the second most abundant cation of intracellular space after potassium, necessary in more than 300 enzymatic reactions and distributed in the intracellular compartment in 99% and 1% in the extracellular fluid. The aim of the present investigation was to determine serum magnesium values that occurred in adults aged 25 to 64 years. Pachacámac of the District of Villa el Salvador. A descriptive, observational, cross-sectional, and prospective study was performed in November 2015 on 100 apparently healthy adults, who were evaluated for the concentration of magnesium in the serum by the visible ultraviolet method. The results show that 71% of people are within the reference values (1.7 to 2.5 mg / dL), 21% have hypomagnesemia and the remaining 8% present hypermagnesemia, a higher concentration of magnesium in the female sex with 62.5%. In addition, 42.9% of people between 50 and 64 years old were found to have hypomagnesemia; 57.1% of the overweight population had hypomagnesemia; in the Hip Waist Index (ICC), 61.9% of people with android syndrome have hypomagnesaemia. With regard to food intake and magnesium concentration we can note that there is a directly proportional relationship because the higher consumption of foods containing magnesium is higher the concentration of this mineral in the body. In conclusion, if the population adopts a lifestyle and a healthier diet would not be necessary the consumption of magnesium supplements since they would be covering the daily necessities that the organism needs.

Key words: Hypomagnesemia, Hypermagnesemia, Adulthood.

## I. INTRODUCCIÓN

En Perú, se están dando cambios socioeconómicos que causan una variación en el perfil nutricional de la población. La mayoría de estudios e intervenciones, a nivel nacional, se han enfocado en la desnutrición infantil; sin embargo la desnutrición en adultos aparentemente sanos, el sobrepeso y la obesidad son problemas igual de importantes que no se han estudiado en detalle, al respecto la Organización Mundial de la Salud (OMS) pone en evidencia que las ventas de comida rápida (comida chatarra) creció en nuestro país en 260% en los últimos diez años, consolidándose como el caso más crítico en América Latina, con relación a este problema una de las 10 estrategias Sanitarias del Ministerio de Salud es la "Alimentación y Nutrición Saludable" que tiene como objetivo general mejorar el estado nutricional de la población peruana.

El mercado farmacéutico aprovecha la situación actual del país para promover la publicidad y venta de productos dietéticos de forma indiscriminada, ya que son considerados dentro del marco legal como productos de venta libre y no existen disposiciones legales que prohíben la publicidad directa al consumidor, siendo promocionados para aumentar la ingesta de nutrientes y con ello prevenir enfermedades crónicas. Lo cierto es que hay pocos estudios sobre el estado nutricional en personas adultas aparentemente sanas y no es posible dar recomendaciones a favor o en contra del uso de multivitamínicos/minerales en especial los que contienen magnesio, porque es más probable que quienes tienen dietas y estilos de vida más saludables tomen estos productos, lo que hace difícil identificar los beneficios.

Por la magnitud que tiene este tema, el presente trabajo de investigación busca dar a conocer la concentración de magnesio en suero y su importancia para el buen funcionamiento del organismo.

El 60% de este mineral se encuentra en los huesos y el resto está repartido entre músculos y otros tejidos blandos.

El magnesio participa en el metabolismo energético a través de la activación del ATP, en la transferencia de fosfatos de alta energía y es el ión activador de muchas enzimas involucradas en el metabolismo de lípidos, carbohidratos y proteínas. Los requerimientos diarios para mujeres y hombres varían de acuerdo con la edad. El exceso como el déficit de magnesio puede ocasionar múltiples trastornos fisiopatológicos como desórdenes clínicos neuromusculares, cardiovasculares y metabólicos<sup>1,2</sup>.

Los suplementos de magnesio no pueden reemplazar la variedad de alimentos que son imprescindibles en una dieta saludable ya que los alimentos no sólo aportan vitaminas y minerales, sino que contienen fibras además de otros ingredientes que combinado con una actividad física tienen efectos positivos en la salud, además de cubrir las necesidades de magnesio que el organismo necesita sin ser necesario el consumo de suplementos. Sin embargo, quienes no obtienen suficiente magnesio sólo de los alimentos, tienen poco apetito, o no comen ciertos alimentos o padecen de alguna enfermedad podrían consumir estos suplementos previa evaluación médica.

## **1.1. Planteamiento del problema**

El mantenimiento del organismo en perfecto estado de salud requiere de proteínas, vitaminas y bioelementos<sup>3</sup>. La concentración de magnesio en suero es mantenida en un rango estrecho de 1,7 a 2,5 mg/dL<sup>4</sup>. Un 15% a 20% de la población tiene ingesta de magnesio menor a la recomendada<sup>5</sup>. Los requerimientos en los adultos están afectados por varios factores como el género, la edad, el peso y la talla. Las concentraciones de magnesio en suero son notablemente constantes en sujetos sanos, mientras que en el compartimento intracelular tienden a disminuir con la edad<sup>6</sup>. Actualmente, el aumento del consumo de comida rápida y alimentos refinados además de una baja ingesta de vegetales, frutas, menestras y frutos secos ha conllevado a la disminución del magnesio en el organismo, por lo cual se ha estudiado en otros países el consumo de este mineral en poblaciones sanas y en sujetos afectados por enfermedades crónicas no transmisibles<sup>2</sup>. El riesgo creciente y fácil acceso a los suplementos de magnesio, así como el aumento de enfermedades no transmisibles y la falta de información e investigaciones en nuestro país, nos plantea la necesidad de realizar la determinación del magnesio, con el fin de dar a conocer si la población aparentemente sana presenta alteraciones como la hipomagnesemia e hipermagnesemia y estudiar la relación entre ingesta de alimentos y a la concentración de este mineral.

### **Formulación del problema:**

¿Cuáles serán los valores de magnesio que se presentan en adultos de 25 a 64 años de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador?

## **1.2. Hipótesis**

El índice de magnesio en adultos de 25 a 64 años de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador se encuentra entre 1,7 a 2,5 mg/dL.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar los valores de magnesio que se presentan en adultos de 25 a 64 años de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Registrar los valores de magnesio en suero sanguíneo en adultos de 25 a 64 años de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador.
- Comparar la concentración de magnesio según el género.
- Medir el valor del magnesio de acuerdo a los grupos etarios.
- Identificar el nivel de magnesio con relación al IMC e ICC.
- Estudiar la relación entre la ingesta de alimentos y la concentración de magnesio.

### **1.4. Identificación de las variables**

#### **1.4.1. Variable independiente:**

Género, la edad, el IMC, el ICC y la ingesta de alimentos.

#### **1.4.2. Variable dependiente:**

Magnesio.

### **1.5. Justificación e importancia del estudio**

**Justificación teórica:** La OMS considera que más del 60 % de peruanos presentan sobrepeso y obesidad. Al respecto el Ministerio de Salud viene trabajando de manera integral, multidisciplinaria e intersectorial temas como la alimentación, el sobrepeso, la obesidad y las enfermedades no trasmisibles (hipertensión, diabetes y enfermedad coronaria). Debido a lo cual el mercado farmacéutico promueve la publicidad y venta de productos que contienen magnesio ofreciendo una amplia gama de suplementos que se expenden en establecimientos farmacéuticos llámese farmacias/boticas e incluso en casas comerciales, ocasionado el uso exagerado e innecesario en la población.

**Justificación práctica:** Los químicos farmacéuticos forman parte sistema de salud y cumplen un rol importante en la sociedad. Es así que se ha considerado trascendente investigar y conocer la concentración de magnesio en suero sanguíneo y la importancia que tiene el consumo de alimentos ricos en magnesio para una salud óptima.

La investigación ayudó a conocer si realmente existe deficiencia de magnesio en la población y que será útil para las autoridades en salud, para que establezcan futuras acciones con respecto al uso indiscriminado de suplementos en personas sanas.

Por otra parte la investigación contribuyó a promover que se adopte un estilo de vida saludable ya que se realizó durante la campaña de salud charlas educativas y se brindó apoyo en la interpretación de los resultados de los análisis, permitiendo un diagnóstico precoz del estado de salud de los participantes.

La investigación es viable, pues se dispone del apoyo y los recursos necesarios para llevar a cabo la realización de la campaña de salud.

**Justificación metodológica:** El diseño de investigación y tipo de estudio planteado es: Observacional y descriptivo, de corte transversal, prospectivo porque permite presentar los datos tal como se suscitan en un determinado tiempo y espacio.

**Justificación económico – social:** Los profesionales de la salud poseen conocimientos adquiridos durante la formación universitaria, lo que nos permite tomar conciencia de lo perjudicial que es el desequilibrio de la concentración de magnesio, ocasionado por una mala alimentación asociado a un estilo de vida sedentario; pero, podemos ser parte del problema, incrementando los gastos de salud y deteriorando la calidad de vida.

Por las razones ya mencionadas, es importante la presente investigación, que permite conocer la importancia del magnesio para una óptima salud y la realidad de la deficiencia de magnesio en la población.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

**GOMMERS, HOENDEROP y BINDELS** en el 2016, publicaron en la revista médica de la Universidad de Oxford. “Hipomagnesemia en la Diabetes Tipo 2: ¿Un Círculo Vicioso? en Reino Unido”. El objetivo del trabajo fue determinar la asociación de la hipomagnesemia con la Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2). Los pacientes con hipomagnesemia muestran una progresión más rápida de la enfermedad y tienen un mayor riesgo de complicaciones de la diabetes. Los estudios clínicos demuestran que los pacientes con DM2 con hipomagnesemia han reducido la actividad de las células  $\beta$  pancreáticas y son más resistentes a la insulina. Además, la suplementación dietética con magnesio para pacientes con DM2 mejora el metabolismo de la glucosa y la sensibilidad a la insulina. La autofosforilación del receptor de insulina depende de las concentraciones intracelulares de magnesio, lo que hace que magnesio sea un factor directo en el desarrollo de la resistencia a la insulina. En consecuencia, los pacientes con DM2 e hipomagnesemia entran en un círculo vicioso en el que la hipomagnesemia causa resistencia a la insulina y la resistencia a la insulina reduce las concentraciones séricas de magnesio, identificando los contribuyentes previamente olvidados a la hipomagnesemia en la DM2<sup>7</sup>.

**CARIDE, ROJAS y GONZÁLEZ** en el año 2014, publicaron en la revista médica de la Universidad de Oriente. “Niveles séricos de Magnesio, Hierro y Cobre en población de adultos de ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela”. El objetivo del trabajo fue determinar los bioelementos en suero sanguíneo, muy importantes para establecer niveles de referencia que pueden utilizarse para detectar deficiencias o posibles intoxicaciones por exceso. Los valores de la concentración de magnesio, hierro y cobre obtenidos fueron, respectivamente,  $22 \pm 3$  mg.L,  $1,1 \pm 0,2$  mg.L y  $1,0 \pm 0,2$  mg.L. En cuanto a los niveles de los bioelementos estudiados, solamente el Magnesio en hombres presentó niveles significativamente mayores ( $p < 0,05$ ) en comparación con las mujeres. Las concentraciones obtenidas para

los bioelementos determinados están dentro de los valores de referencia reportados en la literatura para personas sanas y son diferentes significativamente ( $p < 0,05$ ), posiblemente debido a las diferencias de los hábitos alimentarios<sup>3</sup>.

**RAYSSIGUIER, RONDÓN y NOWACKI**, publicaron en la revista médica de la Universidad La Plata en el 2014. “Métodos para la determinación del estado del magnesio en humanos en Argentina” en el 2014. El objetivo del trabajo fue determinar la evaluación del estado de magnesio en el laboratorio clínico. El magnesio se encuentra distribuido mayoritariamente en el hueso y tejidos blandos. La utilidad de diferentes biomarcadores en sujetos sanos ha sido evaluada; se ha reportado que el magnesio en plasma, eritrocitos y orina parecen ser biomarcadores sensibles a la ingesta dietética y útiles como biomarcadores en la población en general. Sin embargo, esto no es concluyente, ya que se requieren estudios mejor diseñados, que impliquen factores como mayor población empleada, dosis y tiempo de suplementación. El progreso en la genética y la genómica abren perspectivas interesantes en la búsqueda de estos biomarcadores que permitan cuantificar los niveles de magnesio celular, así como también las reservas de todo el cuerpo, para poder así establecer recomendaciones dietéticas mejor ajustadas a la población<sup>2</sup>.

**AYMARD, ARANDA y DI CARLO**, publicaron en la revista médica de la Universidad La Plata en el año 2013. “Estudio de parámetros bioquímicos en jugadores de fútbol de élite en Argentina”. El objetivo del trabajo fue estudiar el suero/plasma en jugadores de fútbol de *élite* y no entrenados los perfiles hematológicos, endocrinológico y de química clínica, relacionar los hallazgos bioquímicos con la fisiopatología deportiva y evaluar la probable implicancia clínica de los resultados. Se observó una disminución significativa en: hematocrito, hierro, plaquetas y bilirrubina; magnesio (consumo enzimático); proteínas y glucemia (incremento del metabolismo energético y recambio proteico). Se concluye que se debería implementar un valor de referencia para esta población de deportistas ya que el deporte influye en los resultados bioquímicos de laboratorio<sup>8</sup>.

**MACÍAS y PALACIOS** en el 2013, publicaron en la revista médica de la Universidad Simón Bolívar, Caracas. “Valores de referencia de calcio, vitamina D, fósforo, magnesio y flúor para la población venezolana”. El objetivo del trabajo fue estudiar en conjunto los siguientes micronutrientes por su función en la salud ósea: Calcio, Vitamina D, Fósforo, Magnesio y Flúor. Calcio: En adultos mayores, los datos reportan un bajo consumo y un alto índice de fracturas, pero no se tiene información si los valores actuales son adecuados. Fósforo, Magnesio y Flúor: La falta de estudios para evaluar las recomendaciones actuales de estos micronutrientes en la población impiden evaluar su interacción y su relación con la salud ósea y en general. Aunque hay escasos estudios, se sabe que el magnesio es importante en la salud ósea y su deficiencia puede afectar el crecimiento óseo, la actividad osteoblástica, osteoclástica, osteopenia, fragilidad ósea y puede alterar el metabolismo del calcio a través del efecto en las hormonas calcitrópicas. La deficiencia de magnesio no es común en personas sanas que llevan una alimentación balanceada, debido a su amplia distribución en alimentos y a que la excreción urinaria se adapta al bajo consumo. Algunos trastornos gastrointestinales, renales y el alcoholismo pueden aumentar el riesgo de deficiencia de magnesio. Además, en personas de edad avanzada se ha encontrado un bajo consumo de magnesio, aunado a una menor absorción y mayor excreción urinaria en esta etapa, ocasionando su deficiencia. Un consumo bajo de magnesio en forma constante puede asociarse a un mayor riesgo de diversas enfermedades crónicas, como la hipertensión, enfermedades cardiovasculares, osteoporosis, diabetes, además una dieta alta en calcio podría intensificar la deficiencia de magnesio<sup>9</sup>.

**BUSTAMANTE y ROLDÁN**, en la tesis “Determinación de concentraciones séricas de calcio, magnesio y fósforo en alcohólicos durante el período de desintoxicación en el Centro de Reposo y Adicciones CRA” realizado en el año 2013. El estudio tuvo como objetivo: determinar las concentraciones séricas de calcio, magnesio y fósforo en alcohólicos, se trabajó con pacientes internados de sexo masculino, provenientes de diferentes ciudades del Ecuador. La abstinencia alcohólica y una adecuada nutrición

conlleven a una recuperación orgánica del alcohólico evidenciada en la regresión a valores normales de las actividades de enzimas marcadoras, e iones como el calcio, magnesio y fósforo, obteniéndose un nivel de significancia  $p < 0.05$ , que indica valores de calcio, magnesio, y fósforo alterados al ingreso y una notable recuperación durante el período de desintoxicación cuyos valores fueron de 7,6 mg/dL a 8,95 mg/dL de calcio; 1,69mg/dl a 2,11mg/dL de magnesio; 4,56 a 3,54 de fósforo, siguiendo una regresión lineal ( $p > 0,05$ ) en relación a: calcio tiene una relación directamente proporcional con el magnesio ( $p = 0,507$ ), y calcio tiene una relación inversa frente al fósforo ( $p = -0,498$ ). Con el análisis de resultados se acepta la hipótesis afirmando que una buena alimentación influye a la recuperación de electrolitos<sup>10</sup>.

**CARMEN CRESPO** en el año 2012, en la tesis “Influencia del ejercicio físico en los niveles séricos de elementos minerales traza”. La investigación tuvo como objetivo: Determinar las concentraciones de los minerales en suero de deportistas de distintas modalidades deportivas, frente a un grupo control. Se obtuvo menores concentraciones de macrominerales como Mg y P en los deportistas respecto al control. Se observó hemoconcentración y una disminución de macrominerales como Mg, P y de minerales traza esenciales como Co, Cu, Se y Zn. La evaluación del efecto crónico nos llevó a descensos en la concentración sérica de Cr, Mn, Ni, V y de metales tóxicos como el Pb al final del periodo de entrenamiento. Podemos concluir que la actividad física realizada tanto de forma aguda como crónica produce cambios en las concentraciones séricas de minerales<sup>11</sup>.

**SILVIA SALAVERRÍA** en el año 2011, en la tesis “Relación entre la prevalencia de síndrome metabólico y los niveles séricos e intracelulares de magnesio en adultos”. El trabajo tuvo como objetivo: determinar la relación de los niveles plasmáticos e intracelulares de magnesio. La prevalencia de sobrepeso fue 51%, obesidad 27%, los valores séricos estuvieron normales en el 58% y el magnesio eritrocitario en el 39 % de los sujetos estudiados. La prevalencia de Síndrome metabólico (SM) fue del 35% al 44%, siendo más elevado en los grupos de mayor edad. Se observó

la deficiencia de magnesio extracelular e intracelular en más de 50% de sujetos que presentaron al menos uno de los factores de riesgo para SM, encontrándose una alta prevalencia en aquellos con obesidad y resistencia a la insulina. Los valores séricos e intraeritrocitario de magnesio resultaron significativamente menores en las personas con SM en comparación con los sujetos sanos<sup>12</sup>.

### **2.1.2. Antecedentes a nivel nacional**

**YAMAMOTO, HERRERA y HURTADO** en el 2008, publicaron en la revista de la Sociedad Médica del Perú. “Estudio comparativo de los niveles séricos de magnesio iónico en mujeres no gestantes, gestantes normales y gestantes con preeclampsia”. El objetivo del trabajo fue comparar los niveles séricos de magnesio iónico en mujeres no gestantes, gestantes normales y gestantes con preeclampsia”. No hay datos respecto al nivel de magnesio iónico sérico en la población peruana y se sabe que durante la gestación disminuyen los niveles de magnesio por ello se efectuó un estudio comparativo de los niveles séricos de magnesio iónico, en el servicio de obstetricia del Hospital Nacional Arzobispo Loayza de Lima, en tres grupos de mujeres: 19 no gestantes, 19 gestantes normales y 16 gestantes con preeclampsia, se midió magnesio iónico en sangre y se analizaron sus características clínicas. La edad fue similar en los tres grupos (rango: 19 a 33 años). La hemoglobina fue mayor en no gestantes que en gestantes normales y en preeclampticas. Los niveles de magnesio fueron 0,03 mmol/L en los tres grupos. El porcentaje de hipomagnesemia fue 0%, 5.3% y 37.5% en no gestantes, gestantes normales y preeclampticas. Las mujeres con preeclampsia tuvieron niveles más bajos de magnesio iónico sérico que las gestantes normales y no gestantes<sup>13</sup>.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Magnesio

El magnesio es un catión divalente ( $Mg^{+2}$ ), que se encuentra en ínfimas cantidades, formando parte de la estructura orgánica de los seres vivos, tanto animales como vegetales.

H																			He
Li	Be											B	C	N	O	F			Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl			Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br			Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I			Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At			Rn
Fr	Ra	Ac																	
			Cs	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lw			

Bioelementos {  Primarios  
 Secundarios

Oligoelementos {  Indispensables  
 Variables

Figura 1. Tabla de los Bioelementos<sup>14</sup>

Por ello, el magnesio es uno de los 22 elementos químicos llamados “bioelementos”, y por encontrarse en concentraciones del orden de 0.1% al 1% del peso corporal se les llama también “oligoelementos”.

Tabla 1. Clasificación de los bioelementos<sup>14</sup>

BIOELEMENTOS		OLIGOELEMENTOS	
Primarios	Secundarios	Indispensables	Variables
O	Na <sup>+</sup>	Mn	B
C	K <sup>+</sup>	Fe	Al
H	Ca <sup>++</sup>	Co	V
N	Mg <sup>++</sup>	Cu	Mo
P	Cl <sup>-</sup>	Zn	I
S			Si

### 2.2.2. Contenido corporal

El magnesio se encuentra ampliamente distribuido en el organismo, existiendo en una persona, aproximadamente de 20 a 28 g. El 99% del magnesio corporal total está localizado en el compartimiento intracelular. De ese total, 60-65% se encuentra en el hueso, alrededor del 27% en el músculo, 6-7% en otras células. El magnesio en plasma se puede encontrar libre (55%), complejo (13%) o unido a proteínas (32%).

La translocación de magnesio del compartimiento intracelular al extracelular se realiza de manera lenta, tomando varias semanas. Solamente 1% del magnesio corporal total está ubicado en el compartimiento extracelular. De ese total, 60% se encuentra en forma libre o ionizada (acción fisiológica), 10% está ligado a sales de citrato, fosfato, oxalato y otros aniones formando complejos y un 30% está ligado a proteínas<sup>13</sup>.

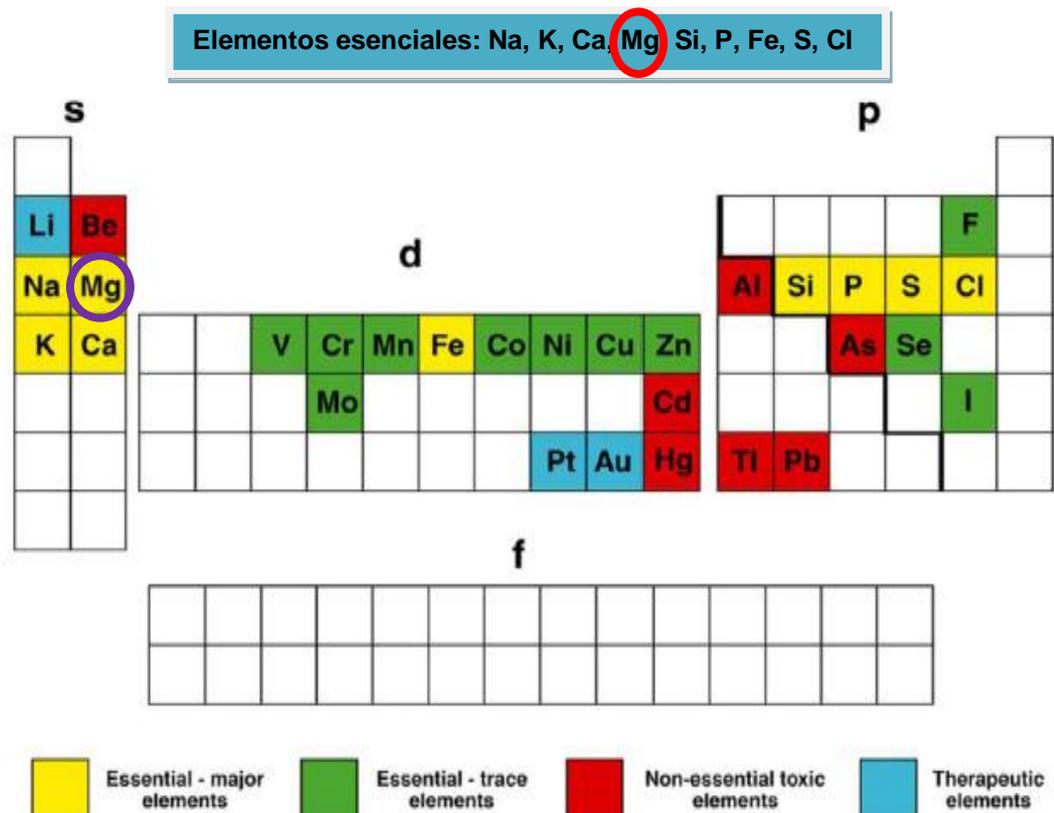


Figura 2. Elementos seleccionados de la tabla periódica de relevancia clínica y/o importancia para la salud pública<sup>14</sup>.

La concentración de magnesio en el plasma es mantenida en un rango estrecho de 1,7 a 2,5 mg/dL. La hiperbilirrubinemia, la hemólisis y los cambios en el equilibrio ácido- básico interfieren con la determinaciones e interpretación de los niveles séricos de magnesio. El balance corporal del magnesio depende fundamentalmente de la absorción intestinal y de la excreción renal<sup>15</sup>.

**Tabla 2. Distribución de Mg en el cuerpo de un adulto de 70 kg<sup>16</sup>.**

<b>Compartimiento</b>	<b>Magnesio (g)</b>
<b>Huesos y dientes</b>	14 (54%)
<b>Líquido extracelular</b>	0.3 (1%)
<b>Células</b>	12 (45%)

### **2.2.3. Funciones del magnesio en el organismo**

#### **2.2.3.1 Funciones fisiológicas:**

El magnesio es fundamental para numerosas funciones fisiológicas, entre las que podemos brevemente destacar:

##### **A.- Sistema - neuromuscular:**

- Excitabilidad neuronal.
- Excitabilidad muscular.

##### **B.- Sistema cardiovascular:**

Corazón:

- Afecta a la contractibilidad.
- Cardioprotector.
- Antihipóxico.
- Antiisquémico.

Sistema circulatorio:

- Protege las paredes de los vasos.
- Vasodilatador.

### **C.- Sistema sanguíneo:**

- Antitrombótico.
- Estabiliza los eritrocitos.
- Aumenta la producción de leucocitos.

### **D. -Otros sistemas:**

- Necesario en el crecimiento y maduración ósea.
- Metabolismo mineral.
- Interviene en la transmisión genética.
- Activa la movilidad de los espermatozoides.
- Activa las funciones hepáticas.
- Interviene en la síntesis de surfactante pulmonar.
- Necesario para la síntesis de hormonas.
- Interviene en funciones antialérgicas<sup>21</sup>.

#### **2.2.3.2. Funciones del magnesio en la célula**

El magnesio interviene como activador o cofactor en diversos sistemas enzimáticos y forma parte activa de la estructura de la membrana celular. Así, por ejemplo, participa en las siguientes funciones celulares:

- Producción y almacenamiento de energía química: El magnesio interviene en el control del metabolismo oxidativo mitocondrial y de la fosforilación oxidativa, así como en la fosforilación de la glucosa en la vía anaerobia, procesos que dan lugar a la formación de ATP.
- Utilización de la energía química: El magnesio es un cofactor de fosfoquinasas y fosfatasas. Activa las ATPasas sodio-potasio dependientes y de la bomba de protones.
- Segundo mensajero: El magnesio activa la adenilciclase, dando lugar a la formación de AMPc a partir del ATP. Por ello contribuye a la modulación de los receptores hormonales.

- Manejo de la información genética: El magnesio participa en la adhesión de los ribosomas al péptido natriurético atrial APN mensajero y en la síntesis proteica, es cofactor de ADN y ARN-polimerasas e interviene en la síntesis de ácidos nucleicos y en la degradación del ADN.
- Metabolismo intermediario: Aparte de la metabolización de la glucosa, el magnesio tiene un papel relevante en los sistemas enzimáticos que posibilitan la interconversión de los principios inmediatos: glucogenolisis, lipolisis y neoglucogénesis.
- Funciones de la membrana celular: El magnesio interviene en la formación de fosfolípidos y se encuentra en los canales del calcio y del sodio, por lo que juega un importante papel en la despolarización y en la estabilidad de la membrana, así como en la adhesividad intercelular.

#### **2.2.3.3. Funciones del magnesio en tejidos y órganos**

Por su control sobre el uso de la energía y de la permeabilidad de la membrana a diversos iones, el magnesio tiene un rol específico en diversos sistemas dependientes de la neurotransmisión y de la contracción muscular. En general, actúa como un antagonista del calcio y sus funciones son inhibitoras<sup>1</sup>.

#### **2.2.3.4. Funciones bioquímicas**

Las funciones bioquímicas del magnesio se pueden resumir en:

- Síntesis y utilización de compuestos ricos en energía.
- Síntesis de transportadores de protones y electrones.
- Síntesis y actividad de numerosas enzimas.
- Elemento estabilizador de la membrana celular.

## **2.2.4. Metabolismo del Magnesio**

### **2.2.4.1. Absorción**

El 90% del magnesio ingerido se absorbe en el intestino delgado, el resto en estómago e intestino grueso. Actualmente se admite la existencia de dos sistemas de transporte intestinal para el catión, uno mediado por transportadores y saturable a bajas concentraciones, y una difusión simple que se da a altas concentraciones. Diversos estudios metabólicos ponen de manifiesto que, en condiciones normales, el magnesio se absorbe en una proporción que oscila entre el 45 y 70%. El calcio, fosfato, citrato, ácidos grasos y sales biliares disminuyen la absorción debido a que forman con el magnesio compuestos insolubles. Una deficiencia en vitamina B1 y B6 produce un descenso del transporte intestinal del catión. Otro factor muy importante es el equilibrio ácido-base (integración de tres sistemas orgánicos, el hígado, los pulmones y el riñón) que en los casos de acidosis la reabsorción de magnesio disminuye.

### **2.2.4.2. Distribución**

Una vez absorbido, el ión es transportado a los distintos tejidos, en el tejido óseo se encuentra en mayor proporción (60 a 65% se encuentra en el hueso, alrededor del 27% en el músculo, 6 a 7% en otras células). El magnesio en el tejido óseo se encuentra localizado en los cristales de apatita (mineral con cristales hexagonales), al menos en dos formas químicas siendo el hidróxido la porción soluble. Un 20 a 30% en la superficie de los cristales son fácilmente intercambiables y modificados por los niveles séricos, existiendo un equilibrio debido a influencias fisicoquímicas más que enzimáticas. El resto se encuentra íntimamente incorporado y no es intercambiable.

### **2.2.4.3. Excreción**

La vía más importante de excreción es la digestiva, con variaciones según el tipo de ingesta: En consecuencia, si la dieta es muy rica en magnesio las pérdidas en heces pueden llegar a un 75%, mientras que con dietas pobres estas pérdidas se reducen a un 30%. Las pérdidas endógenas son, como en la mayoría de los minerales, muy difíciles de cuantificar,

aunque se sabe que hay pérdidas a través de la bilis, jugo intestinal y pancreático. La tercera parte del magnesio se excreta por la orina, la cantidad excretada por esta vía es mínima cuando la ingesta es deficitaria y se estabiliza cuando los aportes son superiores a los normales. Por todo ello, se considera que el riñón es el órgano fundamental en la homeostasis del catión. Del 95 a 97% del magnesio filtrado es reabsorbido y sólo un 3 a 5% es excretado. Entre un 20 a 30% es reabsorbido en el túbulo proximal, siendo en el tramo ascendente del asa de Henle donde se produce la mayor reabsorción (en este segmento se reabsorbe del 50 a 60%). Hay numerosas hormonas que influyen de un modo directo o indirecto sobre la excreción renal. La parathormona y calcitonina aumentan su reabsorción tubular. La hormona del crecimiento, la antidiurética, las suprarrenales, andrógenos y estrógenos aumentan la excreción urinaria. Igualmente, la eliminación renal está aumentada por otras sustancias como la glucosa, galactosa, etanol, etc<sup>17</sup>.

### **2.2.5. Fisiología de la homeostasis del magnesio**

En la dieta promedio se ingieren 360 mg de magnesio. Entre las fuentes ricas de magnesio se incluyen los cereales, granos, nueces, legumbres, chocolate, vegetales verdes, algunas carnes y mariscos. De forma habitual, sólo el 50% del magnesio de la dieta es absorbido en el tracto gastrointestinal, principalmente en el yeyuno proximal y el íleo (intestino delgado). Alrededor de 40 mg/día de magnesio son también secretados en el intestino y, de ellos, sólo 20 mg son reabsorbidos en el colon y en el recto.

#### **2.2.5.1. La absorción y excreción del magnesio a nivel intestinal**

Se produce mediante dos procesos: El primer mecanismo es un proceso de difusión pasiva o paracelular (80 a 90% de absorción intestinal). Un segundo mecanismo de proceso es la difusión facilitada o transcelular, que utiliza proteínas transportadoras (ANTIPORTE), ocasionando que el magnesio salga del enterocito de la célula intestinal y el sodio ingrese a través de ella.

### **2.2.5.2. La reabsorción y excreción del magnesio a nivel renal**

El 80% de magnesio en el plasma es filtrado por el glomérulo, del cual un 95% es reabsorbido por la nefrona. A diferencia de otros iones, la absorción tubular de magnesio ocurre sobre todo en el asa gruesa de Henle, siendo un 60 a 70% del total filtrado.

El túbulo proximal absorbe sólo un 15 a 25%; por su parte, el túbulo distal absorbe un 5 a 10% del magnesio filtrado, pero se considera como el sitio de control final en la regulación de Magnesio.

En el asa gruesa de Henle, el magnesio es reabsorbido con el calcio de manera pasiva a través de la vía paracelular formada por uniones intercelulares estrechas. La fuerza que impulsa esta reabsorción es el gradiente eléctrico generado por la reabsorción de sodio a través del cotransportador  $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{2Cl}^-$  (NKCC2).

La paracelina-1, también conocida como claudina-16, ha sido identificada como la proteína constituyente de estas uniones intercelulares estrechas. En el túbulo distal, el magnesio es reabsorbido a través de un mecanismo activo, que implica al canal de magnesio TRPM6.

El mecanismo de transporte del magnesio en la membrana basolateral de las células del asa gruesa de Henle y túbulo distal se desconoce.

Existen diversas hormonas que influyen de manera directa o indirecta en la excreción a través de la orina, por ejemplo la Parathormona (PTH) es un hormona producida por las glándulas paratiroides y la Calcitonina (CT) que es producida por la glándula tiroides van aumentar a la reabsorción a nivel de los túbulos de los riñones y por otro lado la hormona de Crecimiento (GH) y antidiurética ambas producidas por la glándula hipófisis y junto con las glándulas suprarrenales, los andrógenos y estrógenos van a disminuir la reabsorción a nivel de los riñones es decir aumenta la excreción del magnesio a través de la orina.

## **2.2.6. Factores que influyen en la excreción de magnesio por el riñón**

**2.2.6.1. La concentración plasmática de magnesio:** Es el principal regulador de la excreción de magnesio en el riñón. La hipermagnesemia inhibe la reabsorción de magnesio en el asa gruesa de Henle, mientras que la hipomagnesemia la estimula. La concentración plasmática de calcio posee un efecto similar.

**2.2.6.2. El volumen del fluido extracelular:** La expansión de volumen inhibe la reabsorción de magnesio en el asa gruesa de Henle, probablemente a causa de un incremento en la carga de sodio y por ende, una disminución en el gradiente eléctrico, que favorece el transporte paracelular del magnesio.

**2.2.6.3. Los cambios en la tasa de filtración glomerular:** Cuando la tasa de filtración glomerular disminuye y en consecuencia la carga de magnesio filtrada, desciende la reabsorción de magnesio.

**2.2.6.4. La depleción de fosfato:** Disminuye la reabsorción de magnesio por un mecanismo desconocido.

**2.2.6.5. La acidosis metabólica crónica:** Produce una pérdida renal de magnesio, mientras que la alcalosis metabólica crónica causa el efecto opuesto. La acidosis metabólica crónica disminuye la expresión del canal de magnesio TRPM6 en el túbulo distal, disminuyendo la reabsorción de magnesio en esa localización.

La alcalosis metabólica crónica aumenta la expresión de este canal, lo cual produce el efecto opuesto.

Varias hormonas, incluyendo la vitamina D, parathormona, calcitonina, glucagón, aldosterona, insulina, prostaglandina E<sub>2</sub> y catecolaminas aumentan la reabsorción de magnesio en el asa gruesa de Henle y el túbulo distal. El mecanismo se desconoce, pero se cree que en muchos casos esto estaría relacionado con el incremento de AMPc intracelular<sup>18</sup>.

### 2.2.7. Procedencia dietética

A continuación presentamos una tabla con los principales alimentos ricos en magnesio. El magnesio es un mineral imprescindible para la correcta asimilación del calcio y la vitamina C<sup>19</sup>.

**Tabla 3. Principales alimentos ricos en magnesio<sup>19</sup>.**

Composición de alimentos en 100g de porción comestible	Mg (mg)	Composición de alimentos en 100g de porción comestible	Mg (mg)
Almendra seca	286	Arveja cocida s/sal, escurrida	39
Avellana seca	160	Semillas de zapallo	38
Maní crudo s/película	168	Semillas de calabaza	534
Nuez de Brasil seca	376	Berenjena cocida s/sal, escurrida	11
Nuez de Nogal seca	158	Brócoli cocido s/sal, escurrido	21
Pecana seca	121	Brotos de alfalfa	27
Semilla de ajonjolí	351	Camote anaranjado cocido s/cáscara	18
Semillas mixta tostadas c/aceite, s/sal	235	Cebolla, cabeza y tallos	20
Acelga cocida s/sal, escurrida	86	Coliflor cocida s/sal, escurrida	9
Palta	29	Esparrago cocido s/sal, escurrido	14
Alcachofa, hojas y corazón	60	Espinaca cocida s/sal, escurrida	87
Apio, tallos	11	Jengibre	43
Arveja china cruda	24	Haba grano verde	38

<b>Composición de alimentos en 100g de porción comestible</b>	<b>Mg (mg)</b>	<b>Composición de alimentos en 100g de porción comestible</b>	<b>Mg (mg)</b>
Hongos cocidos s/sal, escurridos	12	Lenteja seca, grano	122
Lechuga	14	Cereza	9
Nabo, hojas	31	Chirimoya	16
Papa c/cáscara, s/sal cocida	30	Níspero	12
Pepino	12	Ciruela roja	7
Perejil, fresco	50	Pasa deshidratada	41
Rábano	10	Agua de coco	25
Tomate, pasta enlatada s/sal	42	Pulpa de coco	48
Yuca	21	Durazno amarillo	7
Zanahoria	12	Frutas secas mixtas	39
Arveja, grano seco, cocido s/sal	36	Guanábana	10
Frijol banco, cocido s/sal	63	Higo deshidratado	68
Frijol soya, grano seco	280	Kiwi	17
Frijol soya, harina (baja en grasas)	229	Lima dulce	6
Garbanzo, grano seco	115	Mamey	16
Haba seca, harina	192	Mandarina	12

Composición de alimentos en 100g de porción comestible	Mg (mg)	Composición de alimentos en 100g de porción comestible	Mg (mg)
Mango	18	Camarón cocido	34
Manzana	4	Caviar granulado negro/rojo	300
Maracuyá	29	Conchas	56
Melón	11	Langosta cocida	35
Naranja	10	Mejillones frescos	34
Níspero	13	Ostras enlatadas	54
Papaya	10	Pescado carne atún	34
Pera	4	Pescado carne bacalao	133
Piña	12	Pescado carne corvina	40
Plátano	37	Pescado carne merluza	39
Sandia	10	Pescado carne salmón	95
Tamarindo	92	Pescado carne sardina	39
Toronja	9	Arroz integral	143
Uva, fruta fresca o pasa	32	Arroz blanco	35
Huevo de gallina	42	Avena	177
Calamar cocido	38	Cebada grano entero	164

LEYENDA		
1. Nueces y semillas		
2. Verduras, hortalizas y otros vegetales		
3. Legumbres, granos secos y derivados		
4. Frutas		
5. Huevo		
6. Mariscos y pescados		
7. Otros		

**Tabla 4. Fuentes alimenticias de magnesio por porción<sup>14</sup>.**

<b>Alimento</b>	<b>Porción</b>	<b>Magnesio (mg)</b>
<b>Cereal de salvado</b>	½ taza	112
<b>Cereal, salvado de avena</b>	½ taza seca	96
<b>Arroz cocido</b>	1 taza	86
<b>Pescado cocido</b>	3 onzas	82
<b>Espinaca, congelada, picada, cocida</b>	½ taza	78
<b>Almendras</b>	1 onza (23 almendras)	77
<b>Acelgas, picadas, cocidas</b>	½ taza	75
<b>Habas, grandes, semillas inmaduras, cocidas</b>	½ taza	63
<b>Palta</b>	1 onza	48
<b>Frutos secos</b>	1 onza (21 avellanas)	46
<b>Leche, 1% grasa</b>	8 onzas fluidas	34
<b>Plátano</b>	1 mediana	32

### 2.2.8. Requerimientos de magnesio y biodisponibilidad

El magnesio es indispensable, pero hay periodos en la vida en los que se hace más necesario, como en la pubertad, la menopausia y la vejez. La ingesta de todo suplemento debería ser controlada por un especialista<sup>17</sup>.

**Tabla 5. Requerimiento diario de magnesio para hombres y mujeres<sup>20</sup>.**

<b>Edad</b>	<b>Requerimiento de magnesio al día</b>	
	<b>MUJERES</b>	<b>HOMBRES</b>
<b>14 – 18 años</b>	360 mg/día	410 mg/día
<b>19 – 30 años</b>	310 mg/día	400 mg/día
<b>mayores de 31 años</b>	320 mg/día	420 mg/día
<b>Embarazadas</b>	350 – 360 mg/día	----
<b>Mujeres en lactancia</b>	310 – 320 mg/día	----

**Tabla 6. Requerimiento diario de magnesio para niños<sup>20</sup>.**

Edad	Requerimiento de magnesio al día
	NIÑOS
0 – 6 meses	30 mg/día
7 – 12 meses	75 mg/día
1 – 3 años	80 mg/día
4 – 8 años	130 mg/día
9 – 13 años	240 mg/día

Esta necesidad se ve aumentada en las personas con niveles de magnesio sérico más bajos de lo normal.

### **2.2.9. Hipomagnesemia**

La hipomagnesemia es un trastorno electrolítico el cual se presenta con un nivel bajo de magnesio en la sangre < 1,7 mg/dL y está muy asociada a la deficiencia de otros iones como fósforo, potasio y calcio. La hipomagnesemia puede producir una variedad de anomalías metabólicas y de consecuencias clínicas, que se producen por un desequilibrio entre la absorción gastrointestinal y la excreción renal del magnesio. La principal manifestación de hipomagnesemia son las arritmias cardíacas que, de no ser reconocidas y tratadas, pueden ser fatales. Debido a la amplitud de las funciones del magnesio, éste puede ser usado como preventivo o tratamiento en diversas enfermedades.

#### **2.2.9.1. Principales causas de hipomagnesemia:**

- Desarreglos gastrointestinales:
  - Síndrome de mala absorción y vómitos.
  - Diarrea crónica y aguda.
  - Ingestión inadecuada.
- Pérdidas renales:
  - Alcoholismo crónico.
  - Diabetes mellitus (diuresis osmótica).
  - Fármacos.

- Acidosis metabólica (trastornos metabólicos)
- Enfermedades renales.

Hipertiroidismo: El magnesio desempeña un papel esencial en la segregación de calcitonina, una hormona producida por las células parafoliculares de la glándula tiroides. Cuando la calcitonina se libera en el organismo en forma desequilibrada, se reducen los niveles de calcio en sangre, favoreciendo el desarrollo de muchas enfermedades. La deficiencia de magnesio, es un desencadenante de este proceso y se establece un círculo vicioso, ya que por un lado los bajos niveles de este mineral pueden provocar que las glándulas tiroides no funcionen correctamente ocasionando el hipertiroidismo. Por otro lado, la cantidad excesiva de hormona tiroidea presente en dicho trastorno, disminuye la absorción de magnesio produciéndose la deficiencia del mismo.

Hipocalcemia: También llamada hipomagnesemia intestinal primaria, es un desorden autosómico recesivo que se caracteriza por hipomagnesemia e hipocalcemia severa y la tetania.

Otros factores que pueden contribuir a esta deficiencia son la cirugía, los diuréticos, enfermedades hepáticas, el uso de anticonceptivos, la alta ingesta de calcio y las enfermedades renales<sup>16</sup>.

#### **2.2.9.2. Manifestaciones clínicas de Hipomagnesemia**

La mayoría de pacientes con hipomagnesemia no presentan síntomas. Los síntomas de hipomagnesemia no aparecen hasta que la concentración de magnesio plasmática desciende a valores inferiores a 1,2 mg/dL. Además, la hipomagnesemia se presenta acompañada por otras alteraciones electrolíticas, como hipopotasemia e hipocalcemia, lo cual hace difícil distinguir las manifestaciones clínicas relacionadas solamente a la deficiencia de magnesio. La clínica de presentación es muy heterogénea, con sintomatología tan sutil como mareos o vértigo, debilidad muscular, calambres, dolor muscular, dolor articular, fatiga o cansancio. La hipopotasemia es un hallazgo habitual en pacientes con hipomagnesemia, que se produce en el 40 a 60% de los casos.

### **2.2.9.3. Tratamiento de la hipomagnesemia**

En general, los pacientes con hipomagnesemia deben seguir una dieta rica en magnesio y la causa de hipomagnesemia debe ser tratada. Si el paciente es asintomático o la hipomagnesemia no es grave (Magnesio plasmático > 1 mg/dL), la vía oral es la ruta de elección, con preparaciones como el Cloruro de Magnesio o el Lactato de Magnesio. En casos sintomáticos o cuando la concentración de Magnesio es < 1 mg/dL, la ruta intravenosa es la preferida, la preparación de elección es el Sulfato de Magnesio<sup>18</sup>.

### **2.2.10. Hipermagnesemia**

El exceso de magnesio puede darse por incorporación o administración excesiva de sales de magnesio y en general se asocia a falla renal.

#### **2.2.10.1. Principales causas de hipermagnesemia:**

- Ingestión excesiva de magnesio.
- Insuficiencia renal (disminución de la excreción renal de magnesio).
- Hipercalcemia - hipercalciuria familiar (es un trastorno genético del metabolismo mineral, generalmente asintomático, aunque se pueden experimentar síntomas de fatiga, debilidad, sed excesiva y trastornos mentales).
- Ingestión de litio (inhibe el sistema adenilciclase-AMPC dentro de la célula inhibiendo al adenosinmonofosfato cíclico (AMPC)).
- Hipotiroidismo y deficiencia de mineralocorticoides (provoca disminución del metabolismo basal disminuyendo las reacciones químicas intracelulares necesarias para la realización de funciones metabólicas esenciales como la respiración y digestión).
- Alcalosis metabólica (puede ser el resultado de la pérdida primaria de H<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> o K<sup>+</sup> o de la movilización de K<sup>+</sup> desde el compartimento extracelular al intracelular, lo que produce hipocalcemia).

La hipermagnesemia no es un trastorno frecuente y las elevaciones leves en los niveles séricos tienen pocas implicaciones clínicas. Un adulto es capaz de excretar hasta 6g al día de magnesio, por lo tanto, su aparición es casi exclusiva de la insuficiencia renal aguda o crónica y del consumo excesivo de magnesio.

#### **2.2.10.2. Manifestaciones clínicas de Hipermagnesemia**

La hipermagnesemia puede producir vasodilatación generalizada, letargia, debilidad muscular, depresión respiratoria, bradicardia sinusal, bloqueo ventricular.

#### **2.2.10.4. Tratamiento de la hipermagnesemia**

El primer paso es suprimir cualquier fuente exógena de magnesio. Los pacientes con insuficiencia renal deben ser sometidos a diálisis.

Es indispensable el tratamiento con la supervisión del nefrólogo. Si el paciente no tiene insuficiencia renal o ésta es muy leve, se siguen los siguientes pasos:

- Solución salina isotónica: La expansión del volumen circulatorio favorece la excreción urinaria de magnesio.
- Furosemida (0.5 a 1 mg/kg IV): Aumenta la excreción del magnesio en pacientes con función renal adecuada. Inyección lenta de 5 mL de Cloruro de Calcio al 10% o de 10 mL de Gluconato de Calcio al 10% por vía intravenosa. El objeto es antagonizar los efectos cardiovasculares y neuromusculares de una hipermagnesemia potencialmente letal<sup>10</sup>.

#### **2.2.11. Valoración o evaluación nutricional antropométrica**

##### **Peso en relación a la talla (IMC)**

**Definición:** Es la relación entre el peso corporal con la talla elevada al cuadrado de la persona. Se le conoce también como índice de Quetelet, y su fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / \text{talla (m)}^2$$

**Uso:** Es un instrumento que se usa para identificar individuos con bajo peso o sobrepeso.

**Limitaciones:** No es apropiado para evaluar a fisicoculturistas y gestantes.

**Clasificación de la valoración nutricional según IMC:** La clasificación de la valoración nutricional antropométrica se realiza con el IMC. Los valores obtenidos peso y talla serán utilizados para calcular el IMC.

Clasificación	IMC
Delgadez grado III	< 16
Delgadez grado II	16 a < 17
Delgadez grado I	17 a < 18,5
<b>Normal</b>	<b>18,5 a &lt; 25</b>
Sobrepeso (Preobeso)	25 a < 30
Obesidad grado I	30 a < 35
Obesidad grado II	35 a < 40
Obesidad grado III	≥ a 40

Fuentes: adaptado de OMS, 1995. *El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Informe del Comité de Expertos de la OMS, Serie de Informes técnicos 854, Ginebra, Suiza.*

WHO, 2000. *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Technical Report Series 894, Geneva, Switzerland.*

WHO/FAO, 2003. *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation, Technical Report Series 916, Geneva, Switzerland.*

**Figura 3. Clasificación de la valoración nutricional de las personas adultas según índice de masa corporal (IMC)**

#### **El índice cintura/cadera (ICC):**

Es una relación para dividir el perímetro de la cintura entre el de la cadera. Se ha visto que una relación entre cintura y cadera superior a 1.0 en varones y 0.9 en mujeres está asociada a un aumento en la probabilidad de contraer diversas enfermedades (diabetes mellitus, enfermedades coronarias, tensión arterial, entre otras). El índice se obtiene midiendo el perímetro de la cintura a la altura de la última costilla flotante, y el perímetro máximo de la cadera a nivel de los glúteos.

#### **Interpretación:**

- ICC = 0,71 a 0,85 normal para mujeres.
- ICC = 0,78-0,94 normal para hombres.
- Valores mayores: Síndrome androide (cuerpo de manzana).
- Valores menores: Síndrome ginecoide (cuerpo de pera)<sup>21</sup>.

### III. PARTE EXPERIMENTAL

#### 3.1. Diseño metodológico

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Se realizó un estudio descriptivo, de diseño observacional, prospectivo y de corte transversal.

Según el alcance es descriptivo, porque sólo busca describir la determinación de magnesio en adultos en una población. El diseño de la investigación es observacional porque no se manipulo ninguna variable de estudio, sólo se observó durante la recopilación de datos; es prospectivo porque el fenómeno a estudiarse aún no había al elaborar el proyecto; y es transversal porque se tomaron los datos por única vez.

##### 3.1.2. Población y muestra

**Población:** Está constituido por 100 personas adultas aparentemente sanas entre 25 a 64 años de edad que acudieron a la campaña de salud realizado en el Policlínico “Señor de los Milagros”.

**Muestra:** No se considera porque se trabajó con toda la población de estudio, considerando los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

**Unidad de análisis:** La unidad de análisis son los adultos residentes en la Segunda etapa de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador.

##### 3.1.3. Criterios de inclusión

- Personas que acepten el consentimiento informado de forma voluntaria.
- Personas de ambos sexos con edades entre 25 a 64 años que residen en la Segunda etapa de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador.
- Personas que no padezcan de ninguna enfermedad.
- Personas que no están tomando fármacos o suplementos.

#### **3.1.4. Criterios de exclusión**

- Personas que no aceptan el consentimiento informado de forma voluntaria.
- Personas que no residen en la Segunda etapa de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador.
- Personas menores de 25 años y mayores de 64 años.
- Personas que padezcan de alguna enfermedad.
- Personas que están tomando fármacos o suplementos.

#### **3.2. Toma de muestra**

##### **Organización de la Campaña de salud:**

El objetivo de la campaña de salud fue mejorar la calidad de vida de los pobladores del distrito y prevenir las enfermedades.

La Campaña de Salud se realizó con el apoyo de la Universidad Norbert Wiener, el docente QF. Dr. Juan Parreño Tipian, los alumnos de la facultad de Farmacia y Bioquímica y en coordinación con el encargado del Policlínico Señor de los Milagros.

Otras actividades que se realizaron durante la campaña fue la toma de datos, la medición del peso, talla, cintura y cadera de cada participante. La realización de todas las actividades que se llevaron a cabo durante la campaña fue organizado y realizado por los alumnos del curso de análisis clínicos y el encargado de supervisar la toma de muestras, el proceso y validación de los resultados fue el Q.F. Juan Parreño tipian docente del curso. Las charlas educativas que se desarrollaron estuvieron enfocadas en la prevención de enfermedades como anemia, diabetes, colesterol, triglicéridos y temas sobre la higiene, alimentación (magnesio en la dieta).

La muestra de sangre fue tomada de forma habitual y se utilizaron tubos vacutainer de tapón amarillo para suero. El procesamiento de las muestras se llevó a cabo en el laboratorio de la universidad ya que nos proporcionó los materiales, equipos e instrumentos necesarios. Los resultados fueron entregados de forma confidencial a los participantes y se apoyó con la interpretación de los resultados.

**Tabla 7. Organización de la Campaña de salud**

<b>Nombre del Policlínico</b>	<b>Señor de los Milagros</b>
<b>Lugar</b>	Mz. F1 Lt.13 2da etapa Urb. Pachacámac-Villa el Salvador
<b>Responsables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Q.F. Juan Parreño (docente del curso de Análisis Clínicos – UNW).</li> <li>• Alumnos de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNW.</li> </ul>
<b>Servicios que se brindaron</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarte de anemia en niños.</li> <li>• Descarte de diabetes en adultos.</li> <li>• Colesterol y triglicéridos en adultos.</li> <li>• Examen de magnesio en adultos.</li> </ul>
<b>Otros</b>	Show artístico, charlas educativas, regalos y desayuno.
<b>Fecha</b>	Domingo 29 de Noviembre del 2015
<b>Horario de atención</b>	8:00 am a 12:30 pm

**Nota:** Los exámenes se realizaron en ayunas (dieta baja en grasa la noche anterior), la atención fue personalizada.

### **3.2.1. Materiales**

#### **Materiales de laboratorio**

- Tubos de ensayo 13/100ml Pirex.
- Gradilla de metal plastificada para tubos.
- Piscetas de Plástico.
- Cubetas para espectrofotómetro de plásticos.

#### **Materiales perecibles**

- Guantes quirúrgicos descartables.
- Papel Toalla.
- Puntas para micropipetas Azules y Amarillas.
- Ligadura.
- Algodón Hidrófilo de 500g.
- Agua de 21 ½.
- Alcohol 70° medicinal.
- Plumón Indeleble.

### **Materiales de bioseguridad**

- Guardapolvo blanco.
- Tacho rojo para material de punzo cortantes.

### **3.2.2. Equipos e instrumentos**

#### **Equipos**

- Centrifuga  
Marca: HETTICH EBA20
- Espectrofotómetro  
Marca: GENESYS 10S UV-VIS SPECTRONIC

#### **Instrumentos**

- Micropipetas.
- Cronometro.

### **3.2.3. Reactivos**

Reactivo para la determinación cuantitativa de magnesio en suero.

Marca: **WIENER LAB.**

#### **Reactivos provistos:**

- REACTIVO A: Solución de azul de xilidil 0,1Mm y EGTA 0,04Mm en buffer Tris 0,2M, pH 11,3.
- S. Standard: Solución de Magnesio 3mg/dL.

### **3.3. Método**

Espectrofotométrico:

- Longitud de onda: 510 nm.
- Tipo de Lámpara: UV-VIS.
- Marca: GENESYS 10S UV-VIS SPECTRONIC.

### **3.3.1. Fundamento del método**

La determinación de nivel de magnesio en suero puede medirse mediante el método espectrofotométrico de absorción molecular VIS-UV, que es un método científico utilizado para medir cuanta luz absorbe una sustancia química, midiendo la intensidad de la luz cuando un haz luminoso pasa a través de la solución muestra, basándose en la Ley de Beer-Lambert.

#### **Ley de Beer-Lambert**

La ley de Beer-Lambert afirma que la cantidad de luz absorbida por un cuerpo depende de la concentración en la solución.

#### **Reacción Química:**

El magnesio, en medio alcalino, reacciona con el azul de xilidil (una sal de diazonio), formando un complejo de color púrpura. Este complejo disminuye la absorbancia del azul de xilidil.

La disminución de la absorbancia se puede medir fotométricamente, y es directamente proporcional a la concentración de magnesio presente en la muestra.

La incorporación del complejante EGTA (etilenglicol tetra-acetato) al reactivo elimina la interferencia de los iones calcio.

Esta técnica es útil para medir magnesio en suero, plasma con heparina y orina. No emplear para esta medición plasma con anticoagulantes tales como citrato, EDTA ni fluoruro.

### 3.4. Muestra

#### 3.4.1. Recolección de la muestra:

Suero: obtener de la manera habitual.

#### 3.4.2. Estabilidad e instrucciones de almacenamiento:

La muestra debe ser fresca. Puede conservarse 2 semanas en refrigerador (2-10°C) o más de un mes congelada (- 20°C) sin agregado de conservadores.

### 3.5. Procedimiento:

Tabla 8. Procedimiento

PROCEDIMIENTO			
En tres tubos marcados B (Blanco), C (Calibrador o Standard) y D (Desconocido), colocar:			
	B	C	D
Muestra	-	-	10 ul
Calibrador o Standard	-	10 ul	-
Agua destilada	10 ul	-	-
Reactivo A	1 ml	1 ml	1 ml

Mezclar e incubar 5 minutos a temperatura ambiente (15-25°C). Leer en espectrofotómetro a 510 nm llevando el aparato a cero con el Blanco.

#### 3.5.1. Estabilidad de la mezcla

El color de la reacción final es estable por lo menos 1 hora, por lo que la absorbancia debe ser leída dentro de ese lapso.

#### Cálculo de los resultados:

$$\text{Magnesio (mg/dL)} = D \times f$$

$$f = \frac{\text{Valor del Standard (mg/dl)*}}{\text{Absorbancia del Standard}}$$

\* Conc. de magnesio en el Calibrador A plus o en el Standard

#### 3.5.2. Valores de referencia:

Suero:

1,7 a 2,5 mg/dL (0.70 a 1,05 mmol/L)

En la literatura (Tietz, N.W.) se menciona el siguiente rango de referencia:

Suero o plasma: 1,6 a 2,6 mg/dl (0,66 a 1,07 mmol/L). Cada laboratorio debe establecer sus propios valores de referencia. Los resultados obtenidos deberán ser evaluados en conjunto con la historia clínica del paciente, el examen médico y otros hallazgos de laboratorio.

### 3.6. Análisis estadístico:

A los resultados obtenidos se aplicó la prueba estadística de Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 20.

#### IV. RESULTADOS

Tabla 9. Valores de magnesio en adultos de 25 a 64 años de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador. Noviembre, 2015.

Nivel de Magnesio	N°	%
Hipomagnesemia	21	21,0
Normal	71	71,0
Hipermagnesemia	8	8,0
Total	100	100,0

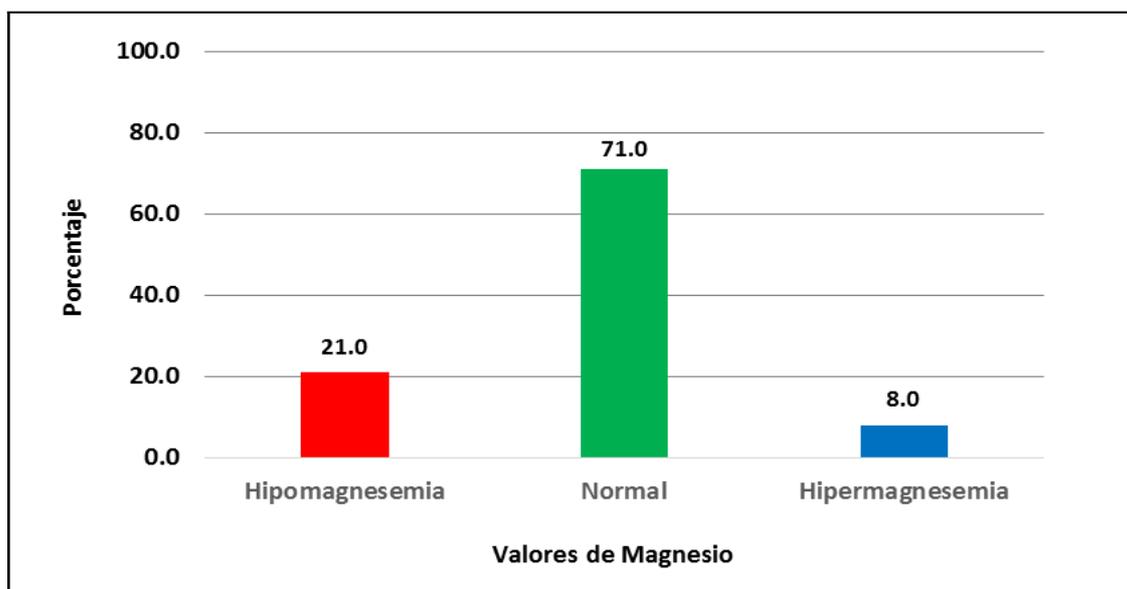
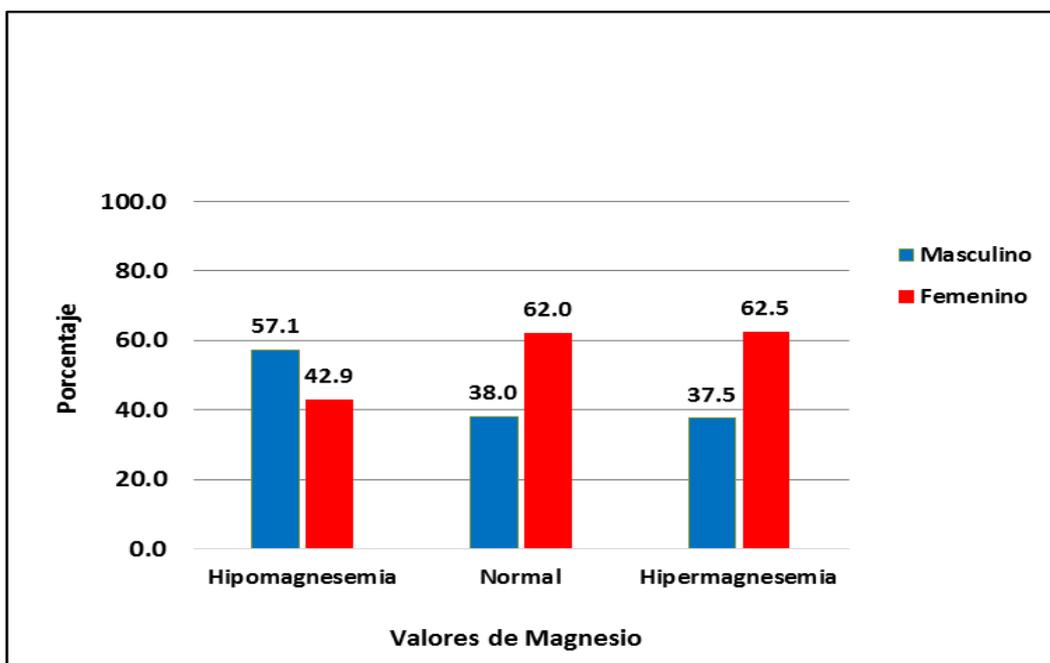


Figura 4. Valores de magnesio en adultos de 25 a 64 años de la Urb. Pachacámac del Distrito de Villa el Salvador. Noviembre, 2015.

Se puede observar que el 71% de la población estudiada está dentro de los valores e referencia, esto concuerda con el estudio realizado por María Caride et al, en el 2014, quienes determinaron que el magnesio está dentro de los valores de referencia (1,7 a 2,5 mg/dL) en un 95% de la población de adultos aparentemente sanos, con edades comprendidas entre 25 a 60 años.

**Tabla 10. Concentración de magnesio según el género en adultos de 25 a 64 años.**

Nivel de Magnesio	Género del poblador				Total	
	Masculino		Femenino			
	N°	%	N°	%	N°	%
Hipomagnesemia	12	57,1	9	42,9	21	100,0
Normal	27	38,0	44	62,0	71	100,0
Hipermagnesemia	3	37,5	5	62,5	8	100,0
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>42,0</b>	<b>58</b>	<b>58,0</b>	<b>100</b>	<b>100,0</b>

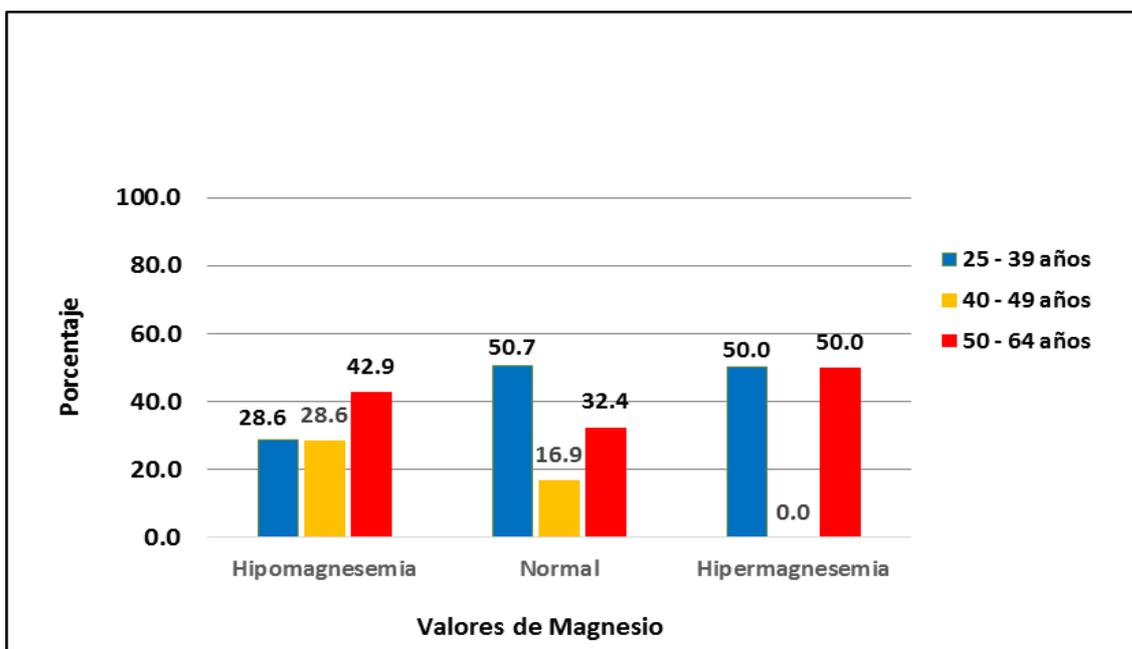


**Figura 5. Concentración de magnesio según el género en adultos de 25 a 64 años.**

Se puede analizar que el 57,1% de hombres presenta hipomagnesemia, que podría estar relacionado con la edad, el peso, la alimentación, entre otros.

**Tabla 11. Valores de magnesio de acuerdo a los grupos etarios en adultos de 25 a 64 años.**

Nivel de Magnesio	Grupo Etáreo						Total	
	25 - 39 Años		40 - 49 años		50 - 64 años			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Hipomagnesemia	6	28,6	6	28,6	9	42,9	21	100,0
Normal	36	50,7	12	16,9	23	32,4	71	100,0
Hipermagnesemia	4	50,0	0	0,0	4	50,0	8	100,0
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>46,0</b>	<b>18</b>	<b>18,0</b>	<b>36</b>	<b>36,0</b>	<b>100</b>	<b>100,0</b>

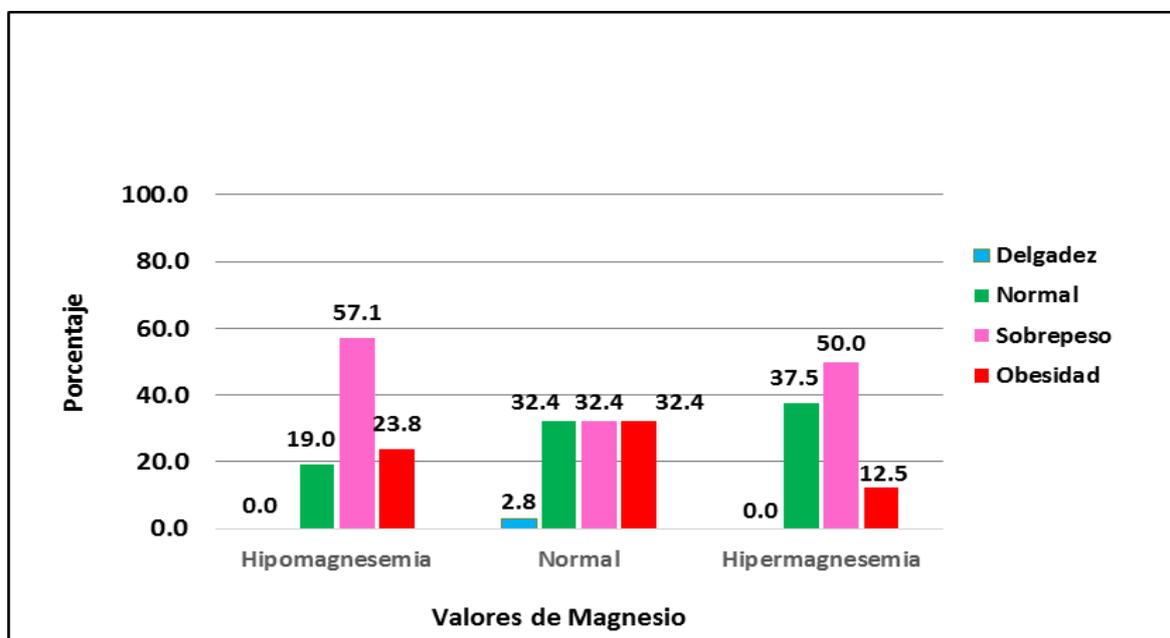


**Figura 6. Valores de magnesio de acuerdo a los grupos etarios en adultos de 25 a 64 años.**

Se puede observar que el 42,9% entre las edades de 50 a 64 años presentan hipomagnesemia, que podría estar relacionado con el envejecimiento de la población.

**Tabla 12. Nivel de magnesio según el índice de masa corporal en adultos de 25 a 64 años.**

Nivel de Magnesio	Índice de Masa Corporal								Total	
	Delgadez		Normal		Sobrepeso		Obesidad			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Hipomagnesemia	0	0,0	4	19,0	12	57,1	5	23,8	21	100,0
Normal	2	2,8	23	32,4	23	32,4	23	32,4	71	100,0
Hipermagnesemia	0	0,0	3	37,5	4	50,0	1	12,5	8	100,0
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>2,0</b>	<b>30</b>	<b>30,0</b>	<b>39</b>	<b>39,0</b>	<b>29</b>	<b>29,0</b>	<b>100</b>	<b>100,0</b>



**Figura 7. Nivel de magnesio según el índice de masa corporal en adultos de 25 a 64 años.**

Se pudo apreciar que las personas con sobrepeso y obesidad presentan hipomagnesemia. Esto se debe a que el tejido adiposo controla diversas funciones relacionadas con el metabolismo de carbohidratos y grasas.

Tabla 13. Nivel de magnesio según el índice de cadera y cintura en adultos de 25 a 64 años.

Nivel de Magnesio	Índice de Cadera y Cintura						Total	
	Síndrome ginecoide		Normal		Síndrome androide			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Hipomagnesemia	0	0,0	8	38,1	13	61,9	21	100,0
Normal	2	2,8	29	40,8	40	56,3	71	100,0
Hipermagnesemia	0	0,0	3	37,5	5	62,5	8	100,0
Total	2	2,0	40	40,0	58	58,0	100	100,0

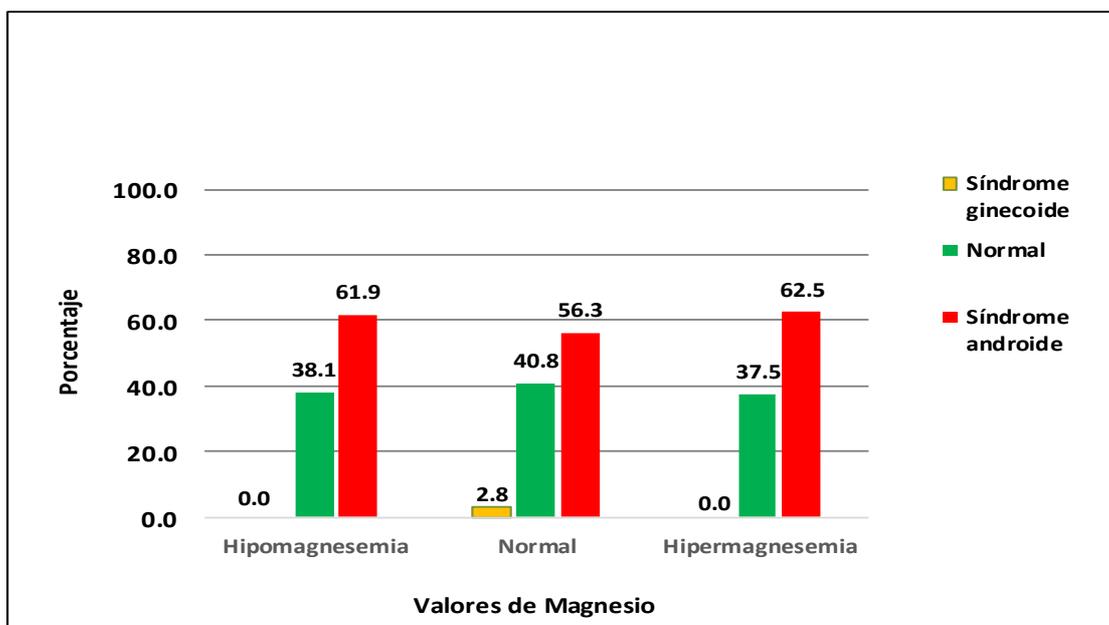
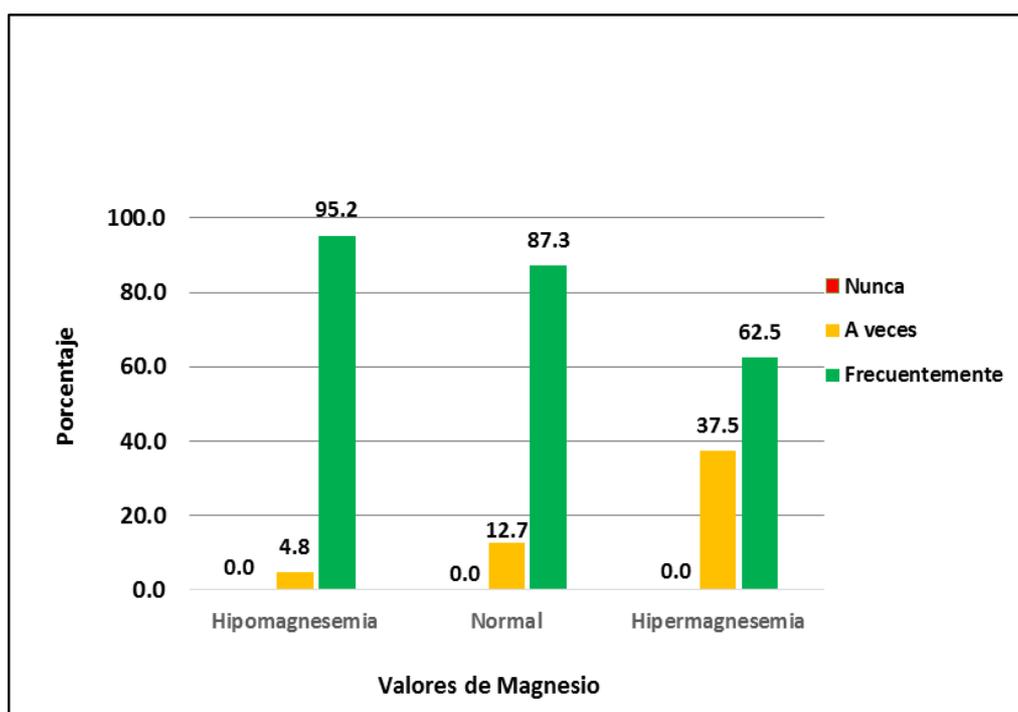


Figura 8. Nivel de magnesio según el índice de cadera y cintura en adultos de 25 a 64 años.

De la muestra de estudio podemos observar que 61,9% de la población con hipomagnesemia presenta síndrome androide, debido a que las personas con un ICC fuera del rango normal, podrían generar un desgaste de magnesio.

**Tabla 14. Evaluación del nivel magnesio según el consumo de verduras en adultos de 25 a 64 años.**

Nivel de Magnesio	Consumo de verduras						Total	
	Nunca		A veces		Frecuentemente			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Hipomagnesemia	0	0,0	1	4,8	20	95,2	21	100,0
Normal	0	0,0	9	12,7	62	87,3	71	100,0
Hipermagnesemia	0	0,0	3	37,5	5	62,5	8	100,0
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>13</b>	<b>13,0</b>	<b>87</b>	<b>87,0</b>	<b>100</b>	<b>100,0</b>

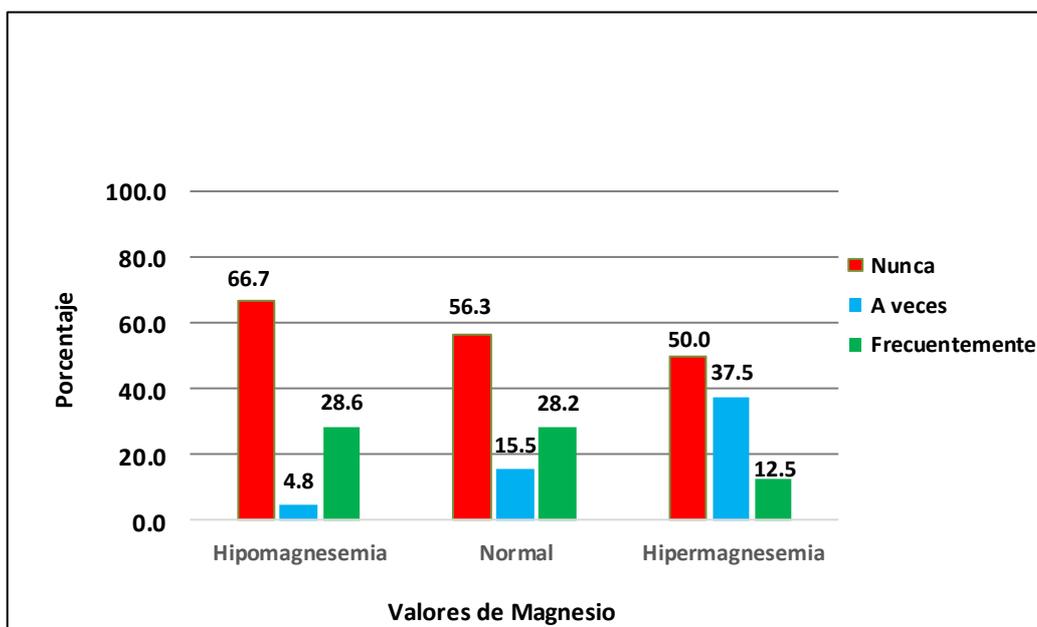


**Figura 9. Evaluación del nivel magnesio según el consumo de verduras en adultos de 25 a 64 años.**

De la muestra de estudio podemos considerar que el 87,3% de la población consumen verduras.

**Tabla 15. Concentración de magnesio según el consumo de frutos secos en adultos de 25 a 64 años.**

Nivel de Magnesio	Consumo de frutos secos						Total	
	Nunca		A veces		Frecuentemente			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Hipomagnesemia	14	66,7	1	4,8	6	28,6	21	100,0
Normal	40	56,3	11	15,5	20	28,2	71	100,0
Hipermagnesemia	4	50,0	3	37,5	1	12,5	8	100,0
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>58,0</b>	<b>15</b>	<b>15,0</b>	<b>27</b>	<b>27,0</b>	<b>100</b>	<b>100,0</b>

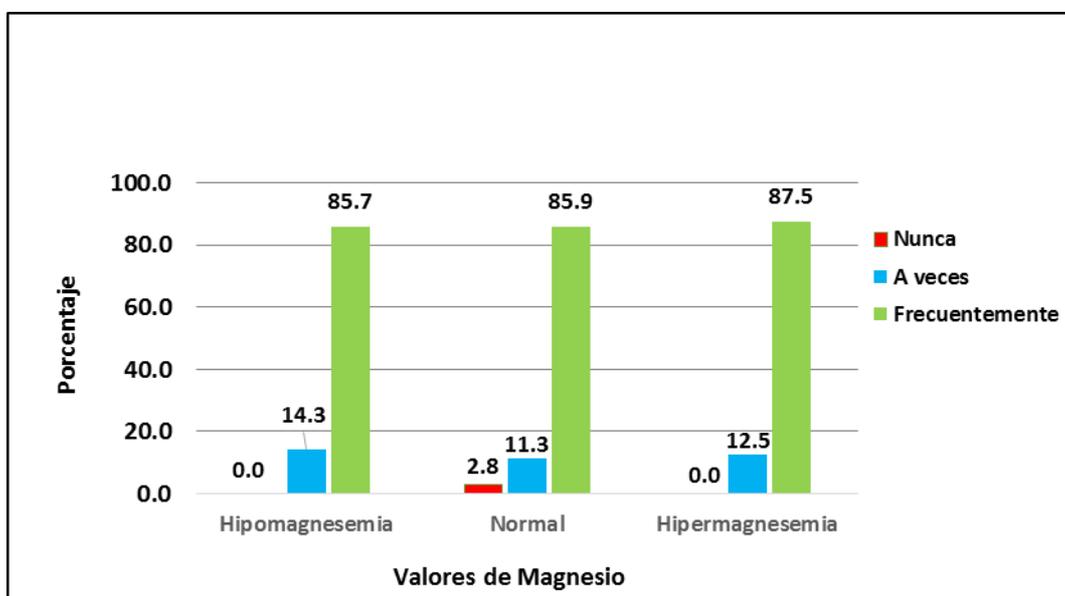


**Figura 10. Concentración de magnesio según el consumo de frutos secos en adultos de 25 a 64 años.**

De la muestra de estudio podemos reportar que el 28,2% de la población consume frutos secos.

**Tabla 16. Evaluación del nivel magnesio según el consumo de menestras en adultos de 25 a 64 años.**

Nivel de Magnesio	Consumo de menestras						Total	
	Nunca		A veces		Frecuentemente			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Hipomagnesemia	0	0,0	3	14,3	18	85,7	21	100,0
Normal	2	2,8	8	11,3	61	85,9	71	100,0
Hipermagnesemia	0	0,0	1	12,5	7	87,5	8	100,0
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>2,0</b>	<b>12</b>	<b>12,0</b>	<b>86</b>	<b>86,0</b>	<b>100</b>	<b>100,0</b>



**Figura 11. Evaluación del nivel magnesio según el consumo de menestras en adultos de 25 a 64 años.**

De la muestra de estudio podemos analizar que el 85,9% de la población consume menestras.

Tabla 17. Concentración de magnesio según el consumo de café en adultos de 25 a 64 años.

Nivel de Magnesio	Consumo de café						Total	
	Nunca		A veces		Frecuentemente			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Hipomagnesemia	1	4,8	6	28,6	14	66,7	21	100,0
Normal	6	8,5	12	16,9	53	74,6	71	100,0
Hipermagnesemia	0	0,0	0	0,0	8	100,0	8	100,0
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>7,0</b>	<b>18</b>	<b>18,0</b>	<b>75</b>	<b>75,0</b>	<b>100</b>	<b>100,0</b>

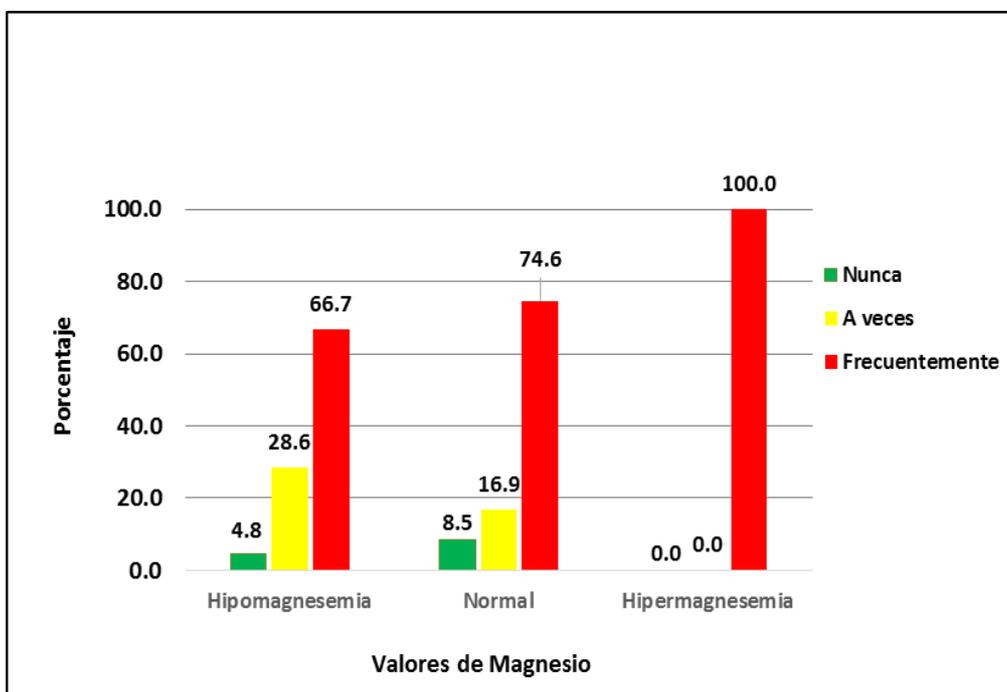


Figura 12. Concentración de magnesio según el consumo de café en adultos de 25 a 64 años.

De la muestra de estudio podemos observar que el 74,6% de la población toma café.

## V. DISCUSIÓN

En el estudio realizado por Silvia Salaverría en el 2011, reportó que el 58% de adultos presentaron un valor normal de magnesio sérico y el 50% de la deficiencia de magnesio extracelular e intracelular fue hallada en aquellos que presentaron al menos uno de los factores de riesgo para síndrome metabólico<sup>12</sup>, mientras que en nuestro estudio realizado en adultos de 25 a 64 años encontramos que el 71% de la población estudiada está dentro de los valores normales, la diferencia de los resultados puede deberse a la prevalencia del síndrome metabólico que fue del 35% a 44% en los individuos con sobrepeso u obesidad y resistencia a la insulina.

María Caride et al. en el 2014, determinaron que el magnesio está dentro de los valores de referencia (1,7 a 2,5 mg/dL) en un 95% de la población de adultos aparentemente sanos, con edades comprendidas entre 25 a 60 años<sup>3</sup>, en comparación con nuestro estudio realizado hallamos que el 71,0% de adultos entre 25 a 64 años están dentro de los valores normales, posiblemente la semejanza del resultado se debe a la alimentación de la población.

En el estudio realizado por Ford y Mokdad en el 2003, demostraron que los hombres de tres razas distintas tuvieron una concentración significativamente ( $p < 0,001$ ) más alto de magnesio que las mujeres, en cada grupo<sup>3</sup>, mientras que en nuestro estudio realizado observamos que las mujeres presentaron un nivel de concentración más alto a diferencia de los hombres, la diferencia de los resultados puede deberse a que los hombres tienen una ingesta de alimentos y bebidas con mayor aporte de magnesio que las mujeres.

Rodríguez et al. en el 2004, reportaron que en adultos aparentemente sanos no existen diferencias en la concentración de magnesio sérico entre ambos sexos ( $p > 0,05$ ), en otros estudios realizados por Wang et al. en el 2005 y María Caride et al. en el 2014, evidenciaron que no existen diferencias estadísticas significativas entre los valores de magnesio del sexo masculino y femenino<sup>3</sup>, en comparación con nuestro estudio realizado a adultos aparentemente sanos con edades comprendidas entre 25 a 64 años, se observó que las mujeres presentan un nivel de magnesio más elevado que los hombres, por tanto, la contrariedad

de los resultados podrían estar relacionados con el estilo de vida, la alimentación, el tabaquismo y el alcoholismo.

En el estudio realizado por Costello y Moser en 1992, Durlach et al. en 1993, Ruiz et al. en el 2000 demostraron la relación que existe entre la deficiencia de magnesio y el envejecimiento, en otro estudio realizado por Corso et al. en el 2000 encontraron que el magnesio se incrementa con la edad en adultos sanos, así mismo en la investigación realizada por María Caride et al. en el 2014 reportaron la relación significativa ( $p < 0,05$ ) entre la concentración de magnesio y la edad<sup>3</sup>, mientras que en nuestro estudio se observó que el 42,9% entre las edades de 50 a 64 años presentan deficiencia de magnesio, los resultados concuerdan con los estudios realizados por otros investigadores en donde observaron que no existe deficiencia de magnesio en adultos sanos y la alteración de la concentración magnesio está relacionado con el envejecimiento de la población.

En el estudio realizado por Bustamante et al. en el 2013, concluyeron que la nutrición es un factor determinante en la concentración de magnesio sérico y que la deficiencia está estrechamente relacionado con la mala nutrición, fundamentalmente por una disminución de la ingestión de alimentos pobres en magnesio y por interferencias en diferentes aspectos fisiológicos de la nutrición como la absorción, utilización y metabolismo de nutrientes<sup>10</sup>, nuestro estudio mostró que la población consume alimentos que son fuente de magnesio como verduras, frutos secos y menestras, por lo que podemos afirmar que una alimentación adecuada lleva a una concentración adecuada de magnesio.

Alfonso Valenzuela B. en el 2010, investigo que el café aporta sustancias con propiedades antioxidantes y micronutrientes como el magnesio, el cual tiene efectos benéficos si no se asocian al tabaquismo, pero el exceso puede afectar los niveles de magnesio al disminuir la absorción intestinal y con la edad el magnesio disminuye aún más<sup>22</sup>, en tanto en nuestra investigación se observó que el 75,0% de la población toma café y la disminución de magnesio estaría relacionado con la edad, los resultados están acorde con la investigación realizada por Alfonso Valenzuela, donde halló que el café aporta magnesio y que con la edad la absorción de magnesio disminuye.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se encontró que la mayoría de la población de estudio presento un nivel de magnesio dentro de los valores de referencia por esta razón no sería necesario que consuman suplementos con magnesio.
2. Se determinó que la concentración de magnesio en suero sanguíneo del 71% de la población de estudio están dentro de los valores de referencia.
3. Se registró una mayor concentración de magnesio en mujeres de 25 a 64 años lo cual podría estar relacionado con el estilo de vida, la alimentación entre otros.
4. Los adultos entre 50 a 64 años presentaron hipomagnesemia debido a que estaría relacionado con el envejecimiento.
5. Las personas con un IMC e ICC elevados presentaron una disminución en la concentración del magnesio en suero sanguíneo.
6. La ingesta de alimentos con la concentración de magnesio presentan una relación directamente proporcional.

## VII. RECOMENDACIONES

La información obtenida debe ser el punto de partida para reducir los riesgos asociados a la deficiencia de magnesio en la población.

1. La nutrición es un factor determinante en la concentración de magnesio sérico por lo que se recomienda adoptar un estilo de vida y una alimentación más saludable.
2. Las concentraciones de magnesio son más susceptible con el avance de la edad por lo que se recomienda consumir alimentos ricos en magnesio.
3. Evitar fumar y tomar bebidas alcohólicas porque aumentan el riesgo de originar alteraciones en la concentración del magnesio.
4. Consultar con el médico, nutricionista o químico-farmacéutico antes de consumir suplementos que contengan magnesio entre otras sustancias.
5. Se recomienda a las nuevas generaciones de estudiantes realizar otros estudios en los diferentes distritos de la capital.

### VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Toral J. El test de sobrecarga intravenosa de magnesio en ancianos desnutridos. [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2002. [Fecha de acceso 9 de Diciembre del 2015]. URL disponible en:  
<http://eprints.ucm.es/tesis/19911996/D/0/D0065201.pdf>
2. Rayssiguier Y, Rondón L, Nowacki W, et al. Métodos para la determinación del estado del magnesio en humanos. Revista Médica, Departamento de Bioquímica Clínica de la Universidad La Plata, Argentina. 2014. Vol.48 No 3: 319-28. Fecha de acceso 10 de Enero del 2015]. URL disponible en:  
[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-29572014000300005](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572014000300005)
3. Caride M, Rojas L. de Astudillo, González A, et al. Niveles séricos de Magnesio, Hierro y Cobre en población de adultos de ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela. Revista Médica, Departamento de Bioanálisis de la Universidad de Oriente, Venezuela. 2014. Vol. 26 Nº 1: 25-32. [Fecha de acceso 5 de Diciembre del 2015]. URL disponible en:  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-01622014000100005](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622014000100005)
4. Rondón H. Hipomagnesemia. Revista Médica, Facultad de Medicina de la UNMSM, Lima. 2006; 67(1): 38-48. [Fecha de acceso 23 de Marzo del 2016]. URL disponible en:  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v67n1/a07v67n1>

5. Gonzáles A. Determinación de la concentración de magnesio en algunos alimentos consumidos en el Azuay. [Tesis para optar el título de Bioquímico Farmacéutico]. Cuenca, Ecuador: Universidad Estatal de Cuenca; 2012. [Fecha de acceso 26 de Abril del 2016].  
URL disponible en:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2476/1/tq11118.pdf>
  
6. Información científica actualizada sobre nutrientes y alimentos en patologías crónicas. [base de datos en línea].Barcelona, España. Laboratorio de Complementos Nutricionales. 2012. [Fecha de acceso 4 de Mayo del 2016]. URL disponible en:  
<http://www.laboratoriolcn.com/magnesio-y-patologias-cronicas-dp158>
  
7. Gommers M, Hoenderop J, Bindels R, et al. Hipomagnesemia en la Diabetes Tipo 2: ¿Un Círculo Vicioso?. Revista Médica, Departamento de Fisiología, Anatomía y Genética de la Universidad de Oxford, U.K. 2016. Vol. 65 N°1: 3-13. [Fecha de acceso 15 de Noviembre del 2016].  
URL disponible en:  
<http://diabetes.diabetesjournals.org/content/65/1/3>
  
8. Aymard L, Aranda C, Di Carlo M. Estudio de parámetros bioquímicos en jugadores de fútbol de élite. Revista Médica, Departamento de Bioquímica Clínica de la Universidad La Plata, Argentina. 2013. Vol.47 No.1: 101-111. [Fecha de acceso 10 de Julio del 2016].  
URL disponible en:  
[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-29572013000100013](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572013000100013)

9. Macías C, Palacios C, Mariño M, et al. Valores de referencia de calcio, vitamina D, fósforo, magnesio y flúor para la población venezolana. Revista Médica, Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos de la Universidad Simón Bolívar, Caracas. 2013. Vol.63 No.4: 362-378. [Fecha de acceso 20 de Julio del 2016].  
URL disponible en:  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222013000400011](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222013000400011)
  
10. Bustamante R, Roldán R. Determinación de concentraciones séricas de calcio, magnesio y fósforo en alcohólicos durante el período de desintoxicación en el Centro de Reposo y Adicciones CRA. [Tesis para la obtención del título de Bioquímico Farmacéutico]. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca; 2013. [Fecha de acceso 01 de Agosto del 2016]. URL disponible en:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/504>
  
11. Crespo C. Influencia del ejercicio físico en los niveles séricos de elementos minerales traza. [Tesis para optar el grado de Doctora en Ciencias del Deporte]. Extremadura, España: Universidad de Extremadura; 2012. [Fecha de acceso 6 de Junio del 2016].  
URL disponible en:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=25856>
  
12. Salaverría S. Relación entre la prevalencia de síndrome metabólico y los niveles séricos e intracelulares de Magnesio en adultos. [Tesis para optar el grado de Magister en Nutrición]. Venezuela: Universidad Simón Bolívar; 2011. [Fecha de acceso 29 de Mayo del 2016].  
URL disponible en:  
[http://159.90.80.55/tesis/000151286.pdf\(2011\)](http://159.90.80.55/tesis/000151286.pdf(2011))

13. Yamamoto G, Herrera P, Hurtado A, et al. Estudio comparativo de los niveles séricos de magnesio iónico en mujeres no gestantes, gestantes normales y gestantes con preeclampsia. Revista de la Sociedad Médica, Departamento de medicina interna, Perú. 2008. Vol. 21 N° 1: 7-10 [Fecha de acceso 02 de Agosto del 2016].  
URL disponible en:  
[http://www.medicinainterna.org.pe/revista/revista\\_21\\_1\\_2008/02.pdf](http://www.medicinainterna.org.pe/revista/revista_21_1_2008/02.pdf)
14. Sánchez J. Bioelementos y Biomoléculas. [en línea]. Madrid. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid, 2013. [Fecha de acceso 12 de Diciembre del 2015]. URL disponible en:  
<http://www.lourdes-luengo.org/unidadesbio/biomoleculas/01Biomoleculas.pdf>
15. Molina H. Hipermagnesemia. Revista Médica, Departamento de Medicina de la Universidad Nacional de Bogotá, Colombia. 2002: Capitulo XIII: 690-694. [Fecha de acceso 08 de Enero del 2016]. URL disponible en:  
[www.aibarra.org/apuntes/criticos/guias/endocrino/hipermagnesemia.pdf](http://www.aibarra.org/apuntes/criticos/guias/endocrino/hipermagnesemia.pdf)
16. Baires R, Vanegas K. Investigación del grado de demanda comercial y calidad físico-química del cloruro de magnesio hexahidratado, utilizado para fines terapéuticos. [Tesis para optar el grado de Licenciado en Química y Farmacia] .San Salvador, El Salvador: Universidad de el Salvador; 2004. [Fecha de acceso 06 de Enero del 2016]. URL disponible en:  
<http://ri.ues.edu.sv/5530/1/16100549.pdf>
17. Aranda P, Planells E, Llopis J. Magnesio. Revista Médica, Departamento de Fisiología de la Universidad de Granada, España. 2000. Vol. 41 N°1: 91-100. [Fecha de acceso 04 de Setiembre del 2016].  
URL disponible en:  
<http://www.ugr.es/~ars/abstract/41-91-00.pdf>

18. Santos E, Coto G. Homeostasis del magnesio. Etiopatogenia, clínica y tratamiento de la hipomagnesemia. A propósito de un caso. Departamento de Nefrología de la Universidad de Madrid, España. 2009. Vol. 29 N° 5: 18-24. [Fecha de acceso 13 de Octubre del 2016].  
URL disponible en:  
<http://www.revistanefrologia.com/es-publicacion-nefrologia-articulo-homeostasis-del-magnesio-etiotogenia-clinica-tratamiento-hipomagnesemia-a-proposito-un-X0211699509033688>
19. Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica, Instituto de centro América y Panamá INCAP, Organización Panamericana de la Salud OPS, segunda edición, febrero 2012 [Fecha de acceso 22 de Agosto del 2017].  
URL disponible en: [www.sennutricion.org/es/.../tabla-de-composicin-de-alimentos-de-centroamrica-incap](http://www.sennutricion.org/es/.../tabla-de-composicin-de-alimentos-de-centroamrica-incap)
20. Jane H. Magnesio. [en línea]. Estados Unidos. Instituto Linus Pauling, Universidad Estatal de Oregon, 2016. [Fecha de acceso 14 de Setiembre del 2016]. URL disponible en:  
<http://lpi.oregonstate.edu/es/mic/minerales/magnesio>
21. Aguilar L, Constanza M, Canto J. et al. Guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adulta. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, Lima. 2012. [Fecha de acceso 05 de Enero del 2017]. URL disponible en:  
[http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/5/jer/otros\\_lamejo\\_cenan/Gu%C3%ADa%20T%C3%A9cnica%20VNA%20Adulto.pdf](http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/5/jer/otros_lamejo_cenan/Gu%C3%ADa%20T%C3%A9cnica%20VNA%20Adulto.pdf)
22. Valenzuela A. El café y sus efectos en la salud cardiovascular y en la salud materna. Revista de Nutrición, Departamento de Medicina de la Universidad de los Andes, Santiago de Chile. 2010. Vol. 37 N°4 514-523. [Fecha de acceso 20 de Enero del 2017]. URL disponible en:  
[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182010000400013](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182010000400013)

## IX. ANEXOS

### Anexo N° 01. Declaración de consentimiento informado

#### Consentimiento Informado

Mediante el presente documento yo.....identificado(a) con DNI ..... acepto participar en la investigación realizada por las estudiantes de Farmacia y Bioquímica.

He sido informado(a) que el objeto de estudio es:

Con esta finalidad responderé la encuesta para dicho estudio. La información obtenida será de carácter confidencial y no será usada para otros propósitos fuera de este estudio sin mi consentimiento.

Firmo en señal de conformidad:

Fecha:

\_\_\_\_\_  
Firma del participante

Formato según el Comité Nacional de Bioética conformado por: <ul style="list-style-type: none"><li>• Consejo Nacional de salud</li><li>• Comité nacional de bioética</li><li>• Colegio Médico del Perú</li><li>• Comité de Vigilancia Ética y Deontología del Consejo Nacional</li></ul>
--

## **Anexo N° 02. VALIDACIÓN BASADA EN EL JUICIO DE EXPERTOS**

Los profesionales de salud que conforman el grupo de expertos encargados de validar el instrumento de investigación para la recolección de los datos así como el formato de entrega de los resultados, son profesionales con una trayectoria muy amplia en el tema, reconocidos por otros como expertos cualificados y pueden aportar información, evidencia, juicios y valoraciones a la investigación. El juicio de expertos constituye un indicador de la validez del contenido de la investigación, permitiendo que nuestra encuesta y el formato de los resultados que han sido elaborados por las investigadoras puedan ser utilizadas de manera correcta para los propósitos para la cual han sido diseñados.

La identificación de las personas que formarán parte del juicio de expertos se realizó por los siguientes criterios de selección:

- (a) Experiencia en la realización de juicios y toma de decisiones basada en evidencia (grados, investigaciones, publicaciones, posición, experiencia y premios).
- (b) Reputación en la comunidad.
- (c) Disponibilidad y motivación para participar.
- (d) Imparcialidad y cualidades inherentes como la confianza en sí mismo y adaptabilidad.

Por las razones ya mencionadas a continuación mencionamos a los profesionales de salud que validan la investigación, con la aprobación del instrumento y los formatos.

- Dr. Juan Manuel Parreño Tipian.
- Dr. Mario Carhuapoma Yance.
- QF. Hobbuel Venegas Romero.
- QF. Edilberto carrasco Ramos.

## Anexo N° 03. Encuesta



### DETERMINACIÓN DE MAGNESIO EN ADULTOS DE 25 A 64 AÑOS DE LA URB. PACHACÁMAC DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR

Fecha:  
encuesta:|

N° de

*Buenos días, mi nombre es.....estoy realizando una encuesta para una investigación universitaria, relacionado con el nivel de magnesio en suero ¿Podría concederme unos minutos de su tiempo para realizarle unas preguntas?.*

**Nombres:**

**Edad:**

**Dirección:**

#### ENCUESTA

1. ¿Padece de alguna enfermedad?

Sí No

2. ¿Recibe algún tratamiento farmacológico?

Sí No

3. ¿Ha consumido o consume algún suplemento de magnesio?

Sí No

4. ¿Consume frutos secos?

Nunca A veces Frecuentemente

5. ¿Consume menestras?

Nunca A veces Frecuentemente

6. ¿Consume frutas?

Nunca A veces Frecuentemente

7. ¿Consume verduras?

Nunca A veces Frecuentemente

8. ¿Consume café?

Nunca A veces Frecuentemente

9. ¿Usted realiza actividad física?

Nunca A veces Frecuentemente

10. ¿Dónde encontramos mayor aporte de magnesio?

Alimentos Suplementos de magnesio

11. ¿Para qué sirve el magnesio?

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| a) Para el corazón               | e) Para la diabetes              |
| b) Para el sistema digestivo     | f) Para el estrés y las defensas |
| c) Para la osteoporosis          | g) Para el cerebro               |
| d) Para la hipertensión arterial | h) Todas las anteriores          |

12. ¿Qué alimentos aportan mayor cantidad de magnesio?

- a) Frutas    b) Menestras    c) Frutos secos    d) Verduras    e) Todas

## Anexo N° 04. Formato del resultado del análisis

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

FECHA:.....

N°.....

APELLIDOS Y NOMBRES:.....

EDAD:.....

GENERO:

M

F

RESULTADOS:

- PESO.....
- TALLA.....
- IMC.....
- CADERA.....
- CINTURA.....
- ICC.....

Valores de referencia:  
IMC

Normal	18,5 a < 25
--------	-------------

INDICE DE CADERA Y CINTURA

ICC = 0,71 a 0,85 normal para mujeres.

ICC = 0,78-0,94 normal para hombres.

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MAGNESIO EN SUERO:

Valores de referencia:

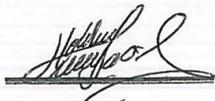
Normal:

1,7 a 2,5 mg/dL (0.70 a 1,05 mmol/L)

RESULTADO:

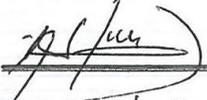
- MAGNESIO: .....

*Nota: Los resultados obtenidos deberán ser evaluados en conjunto con la historia clínica, el examen médico y otros hallazgos de laboratorio.*

  
Q.F. VENEGAS ROMERO  
HOBUEL  
DNI 08639978

  
Q.F. JUAN PAREDON TIPIAN  
DNI: 103 26579

  
Q.F. Roberto C  
Curvasco R.  
DNI 06157052

  
DR. MARIO CARHUAPOMA  
YANCE  
DNI: 28297248

# Anexo

