

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
FACULTAD DE MEDICINA Y PSICOLOGÍA

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD CON ÉNFASIS EN  
NUTRICIÓN**



**TESIS**

**“ESTIMACIÓN DE LA INGESTA DE SODIO Y POTASIO A PARTIR DE LA EXCRECIÓN DE  
ORINA DE 24 HORAS EN JOVENES UNIVERSITARIOS DE MÉXICO”**

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD

**PRESENTA:**

Vanessa González Estrada

**DIRECTOR DE TESIS:**

Dra. Montserrat Bacardí Gascón

**CUERPO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**

**Tijuana, B.C., Mayo de 2019**

## RESUMEN

Antecedentes y objetivo: El exceso de sodio y la baja ingesta de potasio en la dieta son factores de riesgo del aumento de la tensión arterial. En México, existen pocos estudios que estimen la ingesta de sodio y potasio por un método directo. El objetivo de este estudio fue evaluar la ingesta de sodio y potasio por recolección de orina de 24 horas en una población adulta joven mexicana. Además, valorar la asociación entre la ingesta de sodio y de potasio con la tensión arterial.

Metodología: 100 estudiantes de la ciudad de Tijuana entre los 18 y 30 años fueron reclutados para participar en el estudio. Cada participante proporcionó una muestra de orina de 24 horas. Se determinó la excreción de sodio y potasio por el método de ion selectivo. Se registraron datos antropométricos y se evaluó la tensión arterial.

Se determinaron y analizaron diferencias sobre los niveles de sodio y potasio en orina total y por sexo con la prueba T-de student. Se establecieron diferencias entre las frecuencias de tensión arterial por sexo con la prueba de Ji-cuadrada y se estimó la asociación entre la excreción de sodio y potasio y la presión arterial e IMC mediante el análisis de regresión logística multivariada.

Resultados: La media de sodio y potasio urinario estimada fue de 3,643 mg y 2,094 mg respectivamente. Se observó una excreción mayor en hombres que en mujeres ( $p=0.0001$ ). De acuerdo a las recomendaciones de la OMS de sodio ( $<2000$  mg/día) y de potasio ( $\geq 3510$  mg/día) los estudiantes universitarios presentaron una ingesta mayor de sodio y menor de potasio de la recomendada. Además se observó que las personas que

tenían un contenido de sodio en orina por encima de la percentil 50 (3,188 mg) tenían tres veces más riesgo de tener las cifras de tensión arterial elevada ( $\geq 120$  sistólica y/o  $\geq 80$  diastólica) (OR = 3.22, IC 95% 1.41 – 7.36,  $p= 0.005$ ). Cuando se ajustó por IMC, la contribución del sodio al riesgo disminuyó a 2.68 (IC 95% 1.003 – 7.170,  $p= 0.049$ ). Sin embargo, con un 95% nivel de confianza, el mayor riesgo de presión alta fue solamente de 0.3% (OR = 7.170 , IC 95% 1.003 ,  $p=0.049$ ).

Conclusión: De acuerdo a los resultados, la ingesta de sodio y potasio fue inadecuada de acuerdo a las recomendaciones de la OMS. Además, se observó que las personas con sobrepeso y con ingesta de sodio elevada tenían una mayor probabilidad de tener cifras de tensión arterial elevada.

## **ABSTRACT**

Background and objective: Excess of sodium and low potassium intake in the diet are considered risk factors for high blood pressure. In Mexico, there are few studies that estimate the intake of sodium and potassium by a direct method. The objective of this study was to evaluate the intake of sodium and potassium by 24-hour urine collection in a young Mexican adult population. In addition, to assess the association between sodium and potassium intake with blood pressure.

Methodology: 100 students from the city of Tijuana between the ages of 18 and 30 were recruited to participate in the study. Each participant provided a 24-hour urine sample and the excretion of sodium and potassium was determined by the selective ion method. Anthropometric data were recorded and blood pressure was evaluated.

To assess the relationship between sodium and potassium excretion and blood pressure and BMI multivariate logistic regression analysis was performed.

Results: The estimated urinary sodium and potassium average was 3,643 mg and 2,094 mg respectively. Greater excretion was observed in men than in women. According to the WHO recommendations for sodium (<2000 mg / day) and potassium ( $\geq 3510$  mg / day), university students had a higher sodium intake and a lower potassium intake than the recommendation for their age. It was also observed that people who had a sodium content in urine above the 50th percentile (3,188 mg) had three times more risk of having high blood pressure ( $\geq 120$  systolic and / or  $\geq 80$  diastolic) (OR = 3.22, 95% CI 1.41 - 7.36,  $p = 0.005$ ). When adjusted for BMI, the contribution of sodium decreased

(OR=2.68 ,95% CI 1.003 - 7.17,  $p = 0.049$ ). However, with the confidence interval at 95% the risk of high blood pressure was only 0.3%.

Conclusion: According to the results, the intake of sodium and potassium was inadequate according to WHO recommendations. In addition, it was observed that people with overweight and high sodium intake were more likely to have high blood pressure.

# INDICE

## Contenido

RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	iii
INDICE.....	v
Índice de tablas.....	vii
ANTECEDENTES .....	1
JUSTIFICACIÓN.....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
OBJETIVO GENERAL .....	9
Objetivos Específicos .....	9
METODOLOGÍA.....	10
Diseño del estudio .....	10
Población del estudio .....	10
Muestra .....	10
Criterios de exclusión .....	10
Medidas antropométricas .....	10
Medición de sodio .....	11
Determinación “ocasional” de la presión arterial .....	12
Instrumentos .....	13
Análisis estadístico .....	16
PROCEDIMIENTO .....	18
RESULTADOS.....	19
DISCUSIÓN.....	25
CONCLUSIONES .....	28
RECOMENDACIONES .....	29
BIBLIOGRAFÍA .....	30
ANEXOS .....	34
ANEXO 1: carta de consentimiento informado .....	34
ANEXO 2: registro de participantes .....	35



## Índice de tablas

Tabla 1. Características de los participantes según su sexo. ....	20
Tabla 2. Volumen de orina de 24h, contenido de sodio y potasio urinario y el cociente sodio:potasio. ....	21
Tabla 3 Cuartiles de excreción de sodio en miligramos de acuerdo al estado del peso y a la descripción del consumo de productos empaquetados y la agregación de sal a los alimentos.....	21
Tabla 4.Cuartiles de ingesta estimada de sodio* en miligramos de acuerdo al estado del peso, tensión arterial y a la descripción del consumo de productos empaquetados y la agregación de sal a los alimentos.....	22
Tabla 5. Cuartiles de excreción de potasio en miligramos de acuerdo al estado del peso, la agregación de sal y la ingesta de productos empaquetados por cada sexo. .	22
Tabla 6. Frecuencia de sodio urinario p50 (3188 mg) según IMC y T.A.....	23
Tabla 7. Odds ratio e intervalo de confianza de la presión arterial por cuartiles de la excreción de sodio urinario. ....	24

## **ANTECEDENTES**

Las enfermedades del corazón y los eventos cerebro-vasculares son una de las principales causas de consulta externa hospitalaria y de mortalidad en México (INEGI 2015). Estas enfermedades han sido asociadas con el aumento de la presión arterial y otros factores de riesgo metabólico (Kearney et al., 2004). En México, la prevalencia de hipertensión arterial (HTA) es de 25.5% y es más alta en adultos con obesidad y diabetes (ENSANUT 2016). Entre los factores de riesgo de la hipertensión arterial se han estudiado los genéticos, la edad, el exceso de sodio en la dieta, el alcohol, el tabaquismo, el sedentarismo y la presencia de enfermedades crónicas como la obesidad, las dislipidemias y la diabetes (Ballesteros et al., 1998; Kearney et al., 2004; Campos et al., 2013).

El alto consumo de sodio en la dieta ha sido asociado con un aumento en la tensión arterial (Kearney et al., 2004; Taylor et al., 2011; Mente et al., 2014), mayor riesgo al desarrollo de enfermedades cardiovasculares (ECV) (O'Donnell et al., 2014; Mozaffarian et al., 2014; Mente et al., 2016) y un incremento de cáncer de estómago (Joossens et al., 1996; Wang et al. 2009; Rust et al., 2016). Al exceso de consumo de sodio se le atribuyen las 17.5 millones de muertes cardiovasculares que se presentan al año en el mundo (OMS, 2012). Por otro lado, un adecuado consumo de potasio tiene un efecto protector sobre la salud cardiovascular.

Sin embargo, existen diversos estudios que han demostrado resultados inconsistentes (He et al., 2002; Powles et al., 2013). Entre las causas de esas inconsistencias se ha

documentado la falta de control de factores de confusión y la dificultad para medir con precisión el consumo de sodio en la población (Ji et al. 2012; Powles et al., 2013). En diversos estudios y en distintas poblaciones se ha descrito que el consumo de sodio al día es superior a los dos gramos (equivalente a cinco gramos de sal), que es la ingesta diaria recomendada (IDR) por la Organización Mundial de la Salud (OMS) ([http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sodium\\_intake/es/](http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sodium_intake/es/)); para la población adulta mexicana la IDR es de 1600 mg al día (Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 “Especificaciones Generales de Etiquetado para Alimentos y Bebidas no Alcohólicas Pre envasados-información Comercial y Sanitaria”).

Debido a las inconsistencias observadas en los estudios que relacionan el consumo de sodio con la HTA y las ECV, las recomendaciones están basadas en estudios de metabolismo, de factores de riesgo y de intervención; sin embargo y como resultado de la falta de evidencias consistentes sobre el consumo de sodio, los resultados reportados provienen de estimaciones indirectas a partir de encuestas de consumo alimentario.

En México, en la ENSANUT no se reportó el consumo de sodio; sin embargo, a partir de cuestionarios de frecuencia de alimentos obtenidos de una muestra representativa de la ENSANUT 2006, se describe que el consumo de sodio promedio es de 1,602.3 mg al día. Se encontró que el consumo de sodio es mayor en la población masculina y se asoció con un mayor riesgo al desarrollo de la HTA. Sin embargo, dichos datos no son significativamente representativos por las características de la sub muestra utilizada, por las debilidades que tiene la frecuencia de consumo de alimentos, por el alto consumo de alimentos procesados y curados, y por la costumbre usual de los mexicanos

de utilizar salero en la mesa. El promedio de consumo de sodio fue menor al reportado previamente en población mexicana, donde reportaron un consumo entre los cinco y ocho gramos de sodio por día (INTERSALT, 1988; Joossens et al., 1996), utilizando el método de cuantificación de sodio en orina de 24 horas. Se estima que el consumo global de sodio oscila entre los tres y cuatro gramos de sodio por día (Powles et al., 2013).

Existen varias formas de evaluar el consumo del sodio, como son los métodos indirectos mediante encuestas de alimentos (recordatorio de 24 horas, registro de alimentos, frecuencia de consumo de alimentos) o directamente por la medición en la orina. Pero se han visto algunos problemas asociados al tipo de medición y su precisión para estimar la ingesta en una población (McCarron et al., 2013; Mclean., 2014; Mercado et al., 2015). El recordatorio de 24 horas y los registros de alimentos son los métodos más utilizados para evaluar la ingesta de sodio. Estos métodos requieren de bastante precisión y labor por parte de los participantes e investigadores, ya que la información debe ser capturada con mucha claridad y exactitud en cuanto a porciones y tipos de alimentos. Es por eso que este método no es confiable para estimar el consumo de sodio a nivel poblacional. Se considera que estos métodos suelen subestimar la ingesta y es difícil cuantificar las concentraciones de sodio ya que varían por distintos factores, como lo son, la preparación de los alimentos, la sal añadida a las comidas y el tipo de alimentos utilizados (Bentley et al., 2006; Mclean, 2014). Otro método utilizado son los cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos, estos son útiles para evaluar la ingesta en periodos de tiempo prolongado, sin embargo, no se ha demostrado la validez

en la cuantificación precisa del consumo de sodio (Sasaki et al., 1998; Day et al., 2001).

La muestra de recolección de orina de 24 horas es ampliamente reconocida como la medida “estándar de oro” para estimar el consumo de sodio de la dieta. (Day et al., 2001; Tanaka et al., 2002). En personas sanas, alrededor del 90% del sodio es excretado por los riñones. El resto del sodio es excretado por medio del sudor, saliva y otras vías digestivas. Sin embargo, la tasa de excreción de sodio no es constante, varía dependiendo de su ingesta y otros factores metabólicos.

La recolección de orina de 24 horas es frecuentemente usada para comparar y validar otros métodos del consumo de sodio como encuestas de alimentos entre otras (Charlton, et al., 2008). Los métodos de encuestas alimentarias cuando se han comparado con la recolección de orina de 24 horas no han demostrado ser válidos (Campino, et al., 2016), por lo que, para valorar el consumo de sodio de una población se requiere la utilización de la recolección de orina de 24 horas y la cuantificación del sodio.

En México, la primera descripción del consumo de sodio se realizó en población de la ciudad de México en 1988, sin embargo, no se reportó el consumo de sodio mediante la recolección de orina de 24 horas en adultos jóvenes.

En el estudio internacional de INTERSALT realizado en 1998, se investigó de manera sistemática y estandarizada la excreción de electrolitos por orina de 24 horas y se reportó que el consumo de sodio en una población adulta de 172 tarahumaras, entre los 20 y 59 años de edad, fue de 3, 095.8 mg de sodio al día (INTERSALT 1998).

En Canadá, Mente y colaboradores publicaron en el año 2016 un consumo <6000 mg de

sodio al día. Sin embargo, a pesar del alto consumo de sodio no se encontró una relación significativa entre el consumo de sodio y potasio y la tensión arterial (Mente, et al., 2016).

En el año 2017, Vallejo y colaboradores publicaron un artículo sobre la ingesta de sodio y potasio estimado por recolección de orina de 24 horas en adultos sanos mexicanos. Su población fue reclutada del estudio longitudinal Tlalpan 2020, consistió en 711 participantes de ambos sexos provenientes de la Ciudad de México entre 20 y 50 años de edad y se reportó una media de sodio de 3,150 mg/día y una media de potasio de 1,909.5 mg/día (Vallejo, et al., 2017).

En Estados Unidos de América, se reportó en el año 2018 a partir de una muestra representativa de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2014 (NHANES) en población adulta entre los 20 y 69 años de edad, una media de excreción de sodio de 3,608 mg al día y 2,155 mg de potasio al día (Cogswell, et al., 2018).

En el 2018 Jackson y colaboradores, reportaron una fuerte asociación entre la excreción de sodio urinario y la tensión arterial y una asociación inversa entre la excreción de potasio urinario y la tensión arterial. (Jackson, et al., 2018.) Dicho estudio se realizó con la misma muestra representativa de la NHANES 2014.

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido a que en los últimos años se ha reportado un consumo mayor al recomendado de sodio y una baja ingesta de potasio al día por distintos autores en distintas poblaciones es necesaria su medición por un método directo para su correcta estimación.

El método recomendado para la medición del sodio y potasio es por muestra de orina de 24 horas, sin embargo, en México existen pocos estudios donde se registra su estimación por este método desde el estudio internacional de INTERSALT donde utilizaron una técnica estandarizada de muestra de orina de 24 horas; así como el estudio realizado en Tlalpan en 2017.

Los resultados obtenidos de esta investigación permitirían la estimación del consumo de sodio y potasio en una población adulta mexicana urbana y proporcionaría un patrón de referencia para posteriores estudios.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las enfermedades del corazón y los eventos cerebrovasculares han sido asociados con el aumento de la tensión arterial y otros factores de riesgo metabólicos (Kearney et al., 2004). En México, la prevalencia de la HTA según la ENSANUT 2016 fue de 25.5% (ENSANUT, 2016). Entre los factores de riesgo de la hipertensión arterial se han estudiado los genéticos, la edad, el exceso de sodio en la dieta, el alcohol, el tabaquismo, el sedentarismo y la presencia de enfermedades crónicas como la obesidad, las dislipidemias y la diabetes, entre otras (Ballesteros et al., 1998; Kearney et al., 2004; Campos et al., 2013).

El exceso de sodio en la dieta y la baja ingesta de potasio, se ha visto directamente asociado con el incremento de la tensión arterial y las enfermedades cardiovasculares siendo éstas una de las principales causas de muerte y consulta hospitalaria en México (INEGI, 2015).

Se estima a nivel global que el consumo de sodio oscila entre los 3 y 4 gramos al día, que están por encima de lo recomendado (Powles et al., 2013; Mozaffarian et al., 2014). En el caso del potasio se ha encontrado una ingesta por debajo de la recomendación de la OMS, sin embargo, diversos autores cuestionan la precisión de la determinación del consumo de sodio y potasio en la población por el tipo de método elegido para su cuantificación.

Entre los tipos de métodos están los directos como la muestra de recolección de orina de 24 horas y los métodos indirectos que incluyen distintos tipos de encuestas alimentarias. Las encuestas alimentarias han sido los métodos más utilizados para la

cuantificación del sodio y potasio; no obstante, estos métodos requieren bastante precisión y determinación por parte de los participantes e investigadores, lo que resta confiabilidad a estos métodos, ya que suelen subestimar el consumo (Bentley et al., 2006; Mclean, 2014).

La muestra de recolección de orina de 24 horas es reconocida como la medida “estándar de oro” para la cuantificación del sodio (Day et al., 2001; Tanaka et al., 2002), no obstante en México la evidencia sobre la cuantificación de sodio y potasio por recolección de orina de 24 horas es escasa. En el año 2000 solamente se había reportado un estudio en indios Tarahumara. En el 2017, se publicó un estudio sobre la ingesta de sodio y potasio en la zona de Tlalpan en la Ciudad de México, sin embargo, no existe ningún estudio que describa la ingesta del noroeste del país.

Es por lo anterior, que nos planteamos la siguiente pregunta ¿Cuál es la ingesta de sodio y potasio estimado por método directo mediante recolección de orina de 24 horas en una población adulta joven urbana en México?

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la ingesta de sodio y potasio estimado por método directo en universitarios del estado de Baja California?

## **OBJETIVO GENERAL**

- Estimar la ingesta de sodio y potasio a partir de su excreción por orina en universitarios del estado de Baja California y su asociación con el IMC y la presión arterial.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estimar el sodio excretado por orina por el método de ion selectivo.
- Estimar el potasio excretado por orina por el método de ion selectivo.
- Medir la presión arterial
- Determinar el IMC
- Estimar el consumo de tabaco, alcohol, frutas y verduras, la adición de sal a las comidas y consumo de productos empaquetados/industrializados
- Evaluar la relación entre la presión arterial, el IMC y la excreción de sodio y potasio

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño del estudio**

Estudio transversal.

### **Población del estudio**

Individuos sanos entre los 18 y 30 años que asistan a la Universidad Autónoma de Baja California Campus Tijuana.

### **Muestra**

Muestra por conveniencia de 100 adultos jóvenes de ambos sexos.

### **Criterios de exclusión**

1. Sujetos con diagnóstico de diabetes, HTA o con enfermedad renal.
2. Sujetos que consumen diuréticos.
3. Mujeres embarazadas
4. Mujeres en periodo de sangrado menstrual.
5. Deportistas de alto rendimiento.
6. Otras enfermedades metabólicas o endocrinológicas.

### **Medidas antropométricas**

1. Peso: Se registró el peso del día de la entrega de orina.

2. Estatura: Se registró la estatura el día de la entrega de la orina.
3. IMC adultos: Se calculó de acuerdo a la fórmula  $IMC = \text{peso (kg)} / \text{talla}^2 \text{ (m)}$  y se clasificó de acuerdo a los criterios establecidos por la OMS en:
  - a) Bajo peso ( $<18.5 \text{ kg/m}^2$ ).
  - b) Peso normal ( $18.5 \text{ a } <25 \text{ kg/m}^2$ ).
  - c) Sobrepeso (SP) ( $25 \text{ a } <30 \text{ kg/m}^2$ ).
  - d) Obesidad (Ob) ( $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ).

### Medición de sodio

1. Se midió la orina total en ml.
2. Posteriormente se mezcló la muestra total.
3. De la muestra total 1 ml de la orina, se diluyó con 2 ml del diluyente.
4. Se seleccionó “urine mode” para analizar la muestra.
5. Al finalizar su medición se mostraron en pantalla los resultados de los electrolitos de Na, K, Cl.
6. Se tomó el resultado de Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> de la primera medición.
7. Se volvió a analizar por segunda vez la misma muestra.
8. Se tomó los segundos valores de Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>.
9. Los valores de referencia de los electrolitos analizados de la muestra de orina se indican en la siguiente tabla. Se consideraron la edad y sexo.

Valores de electrolitos en orina	
Na <sup>+</sup>	40 - 220 mmol/día

K+	25 - 120 mmol/día
----	-------------------

### **Toma de la muestra**

1. Se proporcionó un bote de plástico a cada participante especial para la toma de la orina durante 24 horas.
2. Se le dieron indicaciones de cómo tomar su muestra.
3. Se tomó la muestra de orina a partir de la segunda orina del día hasta la primera de la mañana siguiente.
4. Se entregó la muestra el día acordado con cada participante.

### **Determinación “ocasional” de la presión arterial**

El sujeto sentado a temperatura agradable. El sujeto no hizo esfuerzos, ni fumó ni estuvo expuesto al frío inmediatamente antes de la determinación. La TA se midió en la posición sentada después de un período de descanso de 5 minutos. Se obtuvieron tres mediciones con un intervalo de 30 segundos. El promedio de la segunda y tercera TA se usó como la media de la TAS o la TAD.

Se clasificó la TAD/TAS de acuerdo a las nuevas guías publicadas a finales del 2017 de Colegio Americano de Cardiología y la Asociación Americana del Corazón ACC/AHA.

Categoría	Presión arterial (Sistólica / Diastólica)	
Normal	<120 mm Hg	<80 mm Hg
Elevada	120 -129 mm Hg	<80 mm Hg
Hipertensión Estadio 1	130 – 139 mm Hg	80 – 89 mm Hg

Hipertensión Estadio 2

>140 mm Hg

>90 mm Hg

## **Estimación del consumo de tabaco, alcohol, frutas y verduras, la adición de sal a las comidas y consumo de productos empaquetados/industrializados**

Se preguntó sobre el consumo habitual de alcohol, tabaco, frutas y verduras, si agregaban sal a la comida y sobre como consideraban su ingesta de productos procesados/empaquetados (baja, media, o alta).

### **Ejercicio**

Se preguntó si hacían ejercicio regularmente y el tipo de ejercicio, que fue clasificado como: anaeróbico y aeróbico. Y la duración del ejercicio en minutos semanales ( $\leq 150$  min, 150-  $\leq 250$  min, 250- $\geq 300$  min).

### **Instrumentos**

**ProLyte (Diamond Smart Lab Solutions - Diamond Diagnostics Inc)** es un analizador de electrolitos diseñado para conducir de forma rápida, precisa y eficaz el electrolito básico a conveniencia del laboratorio.

El analizador de electrolitos ProLyte está basado en el método de electrodo por ion selectivo por sus siglas en ingles (ISE) para determinar sus valores de electrolitos en muestras clínicas. Cada electrodo tiene una membrana de ion selectivo que tiene una reacción específica con los iones correspondientes contenidos en la muestra que se analiza. La membrana es un intercambiador de iones, que reaccionan a la carga eléctrica

del ion causando un cambio en el potencial de la membrana o un voltaje de medición que se forma en la capa entre la muestra y la membrana.

Una cadena de medición galvánica dentro del electrodo determina la diferencia entre los dos valores potenciales a cada lado de la membrana. La cadena galvánica se cierra a través de la muestra en un lado por el electrodo de referencia, electrolito de referencia y el "terminal abierto". La membrana, electrolito y electrodo interno cierran el otro lado.

Una diferencia en las concentraciones de iones entre el electrolito interno y la muestra provoca que se forme un potencial electroquímico a través de la membrana del electrodo activo. El potencial es conducido por el electrodo interno hacia un amplificador. El electrodo de referencia está conectado a la base, así como al amplificador.

La concentración de iones en la muestra se determina mediante una curva de calibración determinada por puntos de medición de las soluciones estándar con concentraciones de iones conocidas con precisión.

Contenedor de plástico: Frascos de plástico con capacidad de tres litros de boca ancha BD Vacutainer.

Diluyente de orina para ProLyte (Diamond Smart Lab Solutions): Diluyente utilizado para analizar la muestra de orina en el analizador de electrolitos SMARTLYTE.

Contenido	500 mL de la solución
Ingredientes activos	120 mmol/L Cloruro de Sodio
Aditivos	Germicidas
Temperatura de almacenamiento	18-25 centígrados Celsius
Estabilidad	El día de expiración y lote viene marcado en cada contenedor.

Fluid Pack (Diamond Diagnosis): El paquete contiene los siguientes reactivos para la calibración de sodio, potasio, cloro, calcio ionizado y litio del analizador de electrolitos PROTLYTE.

**Standard A**

Contenido	350 mL
Ingredientes Activos	Na+ 150 mmol/L K+ 5.0 mmol/L Cl- 115 mmol/L Ca 2+ 0.9 mmol/L Li+ 0.3 mmol/L
Aditivos	Germicidas
Temperatura de almacenaje	18-25 centígrados
Estabilidad	14 semanas

**Standard B**

Contenido	85 mL
Ingredientes Activos	Na+ 100 mmol/L K+ 1.8 mmol/L Cl- 72 mmol/L Ca 2+ 1.5 mmol/L Li+ 0.3 mmol/L
Aditivos	Germicidas
Temperatura de almacenaje	18-25 centígrados
Estabilidad	14 semanas

**Standard C**

Contenido	85 mL
Ingredientes Activos	Na+ 150 mmol/L K+ 5.0 mmol/L Cl- 115 mmol/L Ca <sup>2+</sup> 0.9 mmol/L Li+ 1.4 mmol/L
Aditivos	Germicidas

Temperatura de almacenaje	18-25 centígrados
Estabilidad	14 semanas

### **Solución de Referencia**

Contenido	85 mL
Ingredientes Activos	Potasio, cloro 1.2 mmol/L
Aditivos	Germicidas
Temperatura de almacenaje	18-25 centígrados
Estabilidad	14 semanas

### ***Esfigmomanómetro de mercurio:***

Equipo auxiliar de diagnóstico para la medición indirecta de la presión arterial. Consta de un brazalete inflable, una perilla para inflarlo y un medidor de presión que puede ser de columna de mercurio o electrónico. Es el método más utilizado para conocer el valor de la tensión arterial.

### ***Cuestionario***

Para identificación de datos demográficos, consumo de alcohol, tabaco, frutas y verduras, productos industrializados, frecuencia, duración y tipo de ejercicio.

### **Análisis estadístico**

Los niveles de sodio y potasio en orina se expresaron en promedio, desviación estándar e intervalos de confianza al 95% total y por sexo. Se calcularon los cuartiles de niveles de sodio y potasio; se analizaron las diferencias por sexo, sobre la concentración de sodio y potasio, y las cifras de tensión arterial de los participantes con la prueba T-de student.

Se agruparon los datos de tensión arterial según las categorías de tensión arterial y se calculó la frecuencia de cada categoría. Se establecieron diferencias entre las frecuencias de tensión arterial por sexo con la prueba de Ji-cuadrada.

Se calculó a partir del peso y la talla el IMC. Se clasificó en categorías y se calculó la

frecuencia de cada categoría. Se establecieron diferencias entre las frecuencias de IMC por sexo, por categorías de tensión arterial con la prueba de Ji-cuadrada.

Se estimaron las frecuencias de consumo de alcohol, tabaco, consumo de frutas y verduras, alimentos industrializados y hábitos de ejercicio y se observaron las diferencias entre sexos con la prueba de Ji-Cuadrada.

Se estimó la asociación y el OR de tener hipertensión arterial con la ingesta de sodio y potasio y con el IMC mediante el análisis de regresión logística.

## PROCEDIMIENTO

1. El proyecto se presentó al comité de ética de la Facultad de Medicina y Psicología de la Universidad Autónoma de Baja California Tijuana. Fue aprobado el proyecto por el comité.
2. Se reclutaron a los participantes del estudio de alumnos de la Facultad de Medicina y Psicología de la UABC, en Tijuana.
3. Se les informó el objetivo del estudio y se les pidió la lectura y firma del consentimiento informado.
4. Se proporcionó un número de identificación a cada participante.
5. Se registró la edad en años y el género de cada participante.
6. Se registró el peso y talla de cada participante.
7. Se calculó el IMC. Se tomaron los datos de referencia de la OMS para determinar el estado del IMC.
8. Se tomó la presión arterial el día de la entrega del contenedor.
9. Se le pidió a cada participante que llenará una encuesta.
10. Se colocó en el frasco de plástico el número de identificación del participante.
11. A cada participante se le proporcionaron las indicaciones de cómo debe ser tomada su muestra.
12. Se recolectaron los botes con la muestra el día acordado.
13. Se tomó la presión arterial el día de la entrega de la muestra.
14. Se analizó la muestra en el laboratorio de Química de la facultad de Medicina y Psicología de la Universidad Autónoma de Baja California.

## RESULTADOS

Participaron 100 (47 mujeres y 53 hombres) estudiantes de medicina y psicología de 18 a 29 años; la media de edad fue de 20 años. No se presentaron diferencias significativas de edad entre sexos. El 46% de la población estudiada presentaba un IMC mayor a 24.9 kg/m<sup>2</sup>. De acuerdo a la clasificación de las nuevas guías de la ACC/AHA el 14% (4.2% de las mujeres y 22.7% de hombres) de los participantes tenían hipertensión. Se observaron diferencias significativas en los niveles de hipertensión arterial; los hombres tenían una TA mayor ( $p < 0.000$ ). Los hombres consumieron más sodio y potasio que las mujeres ( $p < 0.000$ ). Los hombres reportaron mayores niveles de actividad física que las mujeres ( $p < 0.020$ ). Entre sexos, no se encontraron diferencias significativas en el consumo de tabaco, alcohol, frutas y verduras, adición de sal a las comidas y consumo de productos empaquetados/industrializados (Tabla 1).

**Tabla 1. Características de los participantes de acuerdo al sexo.**

	Total	Mujeres	Hombres	P
Edad (años) grupos *	20.96 ± 2.010	21.06 ± 2.3	20.87 ± 1.74	0.629
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) (porcentaje)				
Normo peso (18.5 – 24.9)	54	64	45	0.073
Sobrepeso (≥25 – 29.9)	28	23	32	
Obesidad (≥30)	18	13	23	
Total (N)	100	47	53	
Presión sistólica (promedio ± DE)	115.17 ± 13.12	108.25 ± 10.66	121.30 ± 12.06	0.000
Presión diastólica (promedio ± DE)	72.05 ± 8.43	69.40 ± 7.46	74.39 ± 8.62	0.003
T.A (porcentaje)**				
Normal (<120 sistólica/<80 diastólica)	59	85.1	35.8	0.000
Elevada (≥ 120 -129 sistólica/ ≤ 80 diastólica)	27	10.6	41.5	
Hipertensión Estadio 1 (130 – 139 sistólica / 80 – 89 diastólica)	10	2.1	17.0	
Hipertensión Estadio 2 (≥140 sistólica / 90 diastólica)	4	2.1	5.7	
NA + (mg/24h) *	3643 ± 1668.28	2971 ± 1250.65	4239± 1773.28	0.000
K+ (mg/24h) *	2094 ± 777.59	1806 ± 530.41	2350 ± 872.10	0.000
Consumo de cigarros (porcentaje) **				
Si	15	15	15	0.978
No	85	85	85	
Consumo de alcohol (porcentaje) **				
Si	62	66	58	0.443
No	38	34	42	
Consumo de frutas y verduras (porcentaje)**				
Si	97	100	94	0.098
No	3	0	6	
Adición de sal a las comidas (porcentaje) **				
Si	56	66	30	0.059
No	44	34	70	
Consumo de productos procesados (porcentaje) **				
Baja	12	6	6	0.945
Media	72	34	38	
Alta	16	7	9	
Ejercicio (porcentaje)**				
Si	61	49	72	0.020
No	39	51	28	

\* Se compararon las diferencias por sexo con Prueba T de Student,\*\* Ji-cuadrada

En la tabla 2 se describen los promedios e intervalos de confianza del volumen de orina, sodio y potasio y la relación de Na/K entre ambos sexos.

**Tabla 2. Promedio e IC 95% de sodio y potasio urinario y el cociente sodio:potasio en volumen de orina de 24h.**

	Total	Mujeres	Hombres
<b>Sodio (mg)</b>	3643(3312 – 3974)	2971(2603 – 3338)	4239(3750 – 4728)
<b>Potasio (mg)</b>	2094(1940 – 2249)	1806(1650 – 1962)	2350(2110 – 2590)
<b>Cociente NA/K</b>	3.14 (2.8 – 3.4)	2.9 (2.6 – 3.3)	3.3 (2.9 – 3.8)
<b>Volumen de orina (ml)</b>	1503 (1391 – 1614)	1369 (1230 – 1507)	1622 (1457 – 1786)

El porcentaje de individuos que cumplieron con la recomendación de la OMS de consumir  $\leq 2000$  mg de sodio y  $\geq 3510$  mg de potasio al día fue de 9% y 6% respectivamente. Todas las mujeres estaban por debajo de la recomendación de potasio.

En las tablas 3 y 4 se observan los cuartiles de contenido de sodio y potasio en orina según el sexo, las categorías de IMC, las categorías de consumo de productos procesados y la utilización de sal.

**Tabla 3 Cuartiles de excreción de sodio en miligramos de acuerdo al estado del peso y a la descripción del consumo de productos empaquetados y la agregación de sal a los alimentos.**

	Total			Mujeres			Hombres		
	P <sub>50</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>75</sub>
<b>Total</b>	3188 (2423 - 4769)			2690 (2132 – 3703)			4293 (2851 – 5182)*		

<b>Diagnóstico</b>			
<b>Normopeso</b>	2989 (2317 – 4004)	2666 (2107 – 3254)	3664 (2892 – 4769)
<b>Sobrepeso</b>	3656 (2577 – 5014)	3545 (2539 – 3968)	4205 (2600 – 5198)
<b>Obesidad</b>	4466 (2374 – 5593)*	2293 (1513 – 3085)	5198 (4287 – 6383)
<b>Adición de Sal</b>			
<b>Si</b>	3246 (2540 – 5137)	2692 (2062 – 3768)	4448 (3068 – 5529)
<b>No</b>	3132 (2268 – 4549)	2613 (2161 – 3553)	4089 (2683 – 4826)
<b>Consumo de productos empaquetados</b>			
<b>Baja</b>	2848 (1968 – 3522)	2754 (1797 – 3128)	3266 (1888 – 3643)
<b>Alta</b>	3300 (2467 – 4838)	2686 (2136 – 3735)	4448 (2868 – 5209)

\*p <0.05

**Tabla 4. Cuartiles de ingesta estimada de sodio\* en miligramos de acuerdo al estado del peso, tensión arterial y a la descripción del consumo de productos empaquetados y la adición de sal a los alimentos.**

	Total			Mujeres			Hombres		
	P <sub>50</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>75</sub>
<b>Total</b>	3541 (2692 - 5298 )			2989(2369 – 4114 )			4770 ( 3168 – 5758)		
<b>Diagnóstico</b>									
<b>Normopeso</b>	3321 (2574– 4449)			2962(2341–3616)			4071 (3213–5298)		
<b>Sobrepeso</b>	4663 (2863 – 5571)			3939(2821– 4409)			4672 (2888–5775)		
<b>Obesidad</b>	4963 (2637 – 6215)*			2548 (1681– 3428)			5775 (4764–7092)		
<b>T.A</b>									
<b>Normal</b>	3216 (2378 – 4411)			2962(2310–4232)			4411(3186–5192)		
<b>Elevada</b>	3939 (2991 – 5788)			3575(3174–3788)			4615(2906–5933)		
<b>Hipertensión estadio 1</b>	5466 (3062 – 6546) **			2727(2727–2727)			5571(3470–6819)		
<b>Hipertensión estadio 2</b>	5548 (2424 – 8021)			1599(1599–1599)			6196 (4901– - )		
<b>Agregas Sal</b>									
<b>Si</b>	3607 (2822 – 5708)			2991 (2291–4186)			4943 (3409–6143)		
<b>No</b>	3478 (2520–5054)			2903 (2402–3948)			4488(2982–5363)		
<b>Ingesta de productos empaquetados</b>									
<b>Baja</b>	3164 (2187 – 3914)			3060 (1997–3476)			3629 (2098–4048)		
<b>Alta</b>	3666 (2741 – 5375)			2985 (2374–4150)			4943 (3186–5788)		

\* Ingesta de sodio estimada = excreción de sodio urinario/0.90; \*\*p=0.03

**Tabla 5. Cuartiles de excreción de potasio en miligramos de acuerdo al estado del peso, la agregación de sal y la ingesta de productos empaquetados por cada sexo.**

	Total	Mujeres	Hombres
	P <sub>50</sub> P <sub>25</sub> - P <sub>75</sub>	P <sub>50</sub> P <sub>25</sub> - P <sub>75</sub>	P <sub>50</sub> P <sub>25</sub> - P <sub>75</sub>
<b>Total</b>	1932 (1572 - 2565)	1776 (1386 - 2094)*	2262 (1753 - 2948)
<b>Diagnóstico</b>			
Normopeso	1777 (1488 - 2309)	1772 (1424 - 1944)	2078 (1543 - 2813)
Sobrepeso	2120 (1800 - 2553)	2024 (1384 - 2321)	2143 (1826 - 2700)
Obesidad	2349 (1501 - 3260)*	1534 (1081 - 2337)	3063 (1927 - 3559)
<b>Agregas Sal</b>			
Si	1914 (1600 - 2305)	1804 (1426 - 2133)	2121 (1753 - 2904)
No	1965 (1419 - 2813)	1682 ( 1171 - 1980)	2414 (1720 - 3095)
<b>Ingesta de productos empaquetados</b>			
Baja	2015 (1600 - 2716)	1764 (1544 - 1975)	2525 (1849 - 3375)
Alta	1920 (1536 - 2567)	1776 (1327 - 2137)	2262 (1736 - 2923)

En la tabla 6 se observan las frecuencias de tensión arterial según la categoría de IMC y de acuerdo al contenido de sodio.

**Tabla 6. Frecuencia de sodio urinario p50 (3188 mg) según IMC y T.A.**

	T.A normal		T.A elevada	
	IMC <25 kg/m <sup>2</sup>	IMC ≥25 kg/m <sup>2</sup>	IMC<25 kg/m <sup>2</sup>	IMC ≥25 kg/m <sup>2</sup>
	(%)	(%)	(%)	(%)
<b>Na+ &lt;3188 mg</b>	27	8	5	10
<b>Na+ &gt;3188 mg</b>	14	7	8	21
<b>Total</b>	41	15	13	31

Las personas que tenían un contenido de sodio en orina por encima de la percentil 50 (3,188 mg) tenían 3 veces más riesgo a tener las cifras de tensión arterial elevada ( $\geq 120$  sistólica y/o  $\geq 80$  diastólica) ( OR = 3.22, IC 95% 1.41 - 7.36, p= 0.005), cuando se ajustó por IMC, el OR para el contenido de sodio fue de 2.68 (IC 95% 1.003 - 7.17, p= 0.049) y

el OR de IMC fue de 1.37 (IC 95% 1.18 – 1.59, p= 0.0001).

Los individuos que presentaban sobrepeso y obesidad y un contenido de sodio mayor del percentil 50 (3,188 mg) tenían 6 veces más probabilidad de tener la tensión arterial elevada ( $\geq 120$  sistólica y/o  $\geq 80$  diastólica) en comparación con los individuos de peso normal y que tenían un sodio urinario menor al percentil 50 (3,188 mg) (OR= 6.39, IC 95% 2.38 – 17.17, p= 0.0001).

Como se observa en la tabla 7 los participantes con una excreción de sodio mayor a 4768 mg tienen 134% más probabilidades de presentar presión arterial elevada  $\geq 120$  sistólica y/o  $\geq 80$  diastólica.

**Tabla 7. Odds ratio e intervalo de confianza de la presión arterial por cuartiles de la excreción de sodio urinario.**

Na orina (mg)	OR	IC 95%	p
Q2 (2423-3187)	2.67	0.75-9.45	0.13
Q3 (3188-4768)	3.69	1.05-12.95	0.041
Q4 (>4768)	8.50	2.34-30.91	0.001

Referencia Q1 < 2434 mg

## DISCUSIÓN

En este estudio se observó, a partir de la excreción de sodio en orina una ingesta mayor a las recomendaciones de la OMS en el 90 % de los estudiantes. La media de sodio urinario fue de 3,643 mg, por lo que, tomando como referencia que el 90% del sodio consumido en la dieta es excretado por la orina, se estima una ingesta media aproximada de 4,048 mg al día. La excreción de sodio en hombres fue significativamente mayor, en la que se muestra un exceso de sodio aproximado de 2,048 mg al día, lo cual indica que la ingesta de sal y de productos procesados en los jóvenes universitarios es elevada, como se observa en estudios de distintas poblaciones (Powles et al., 2013, Vasara et al., 2017, Vallejo et al., 2017).

En un estudio realizado en la Ciudad de México, en una población entre 20 y 50 años, se reportó una media de sodio urinario (Vallejo et al., 2017) similar a la obtenida en los jóvenes universitarios de Tijuana; también se observó una excreción de sodio mayor en hombres. Asimismo, en Estados Unidos se reportó, en una población entre 20 y 69 años una media total de sodio urinario de 3,608 mg cifra semejante a la obtenida en la población mexicana (Cogswell et al., 2018).

Por el contrario, la excreción de potasio en los jóvenes universitarios fue menor a la IDR por la OMS. El 94% de los estudiantes no cumplió con la ingesta mínima recomendada, con el fin de mantener una salud óptima y a su vez reducir el riesgo al desarrollo de enfermedades cardiovasculares. En el estudio de Vallejo et al., se reportaron cifras de potasio urinario similares a las obtenidas en este estudio, el 98% de la población

estudiada proveniente de la Ciudad de México se encuentra por debajo de la IDR. En el estudio de Cogswell, et al., 2018 se reportó una media total de potasio urinario de 1,986 mg al día. El bajo consumo de potasio puede indicar un bajo consumo de frutas y verduras en esta población.

Aunque los estudiantes reportaron tener un consumo de frutas y verduras, los resultados sugieren que la ingesta es escasa en alimentos ricos en potasio.

En este estudio también se observó una asociación significativa entre el consumo de sodio y la presión arterial. A partir de la tercer cuartila de consumo (3188 mg/ml) tienen más probabilidad de tener una tensión arterial elevada. Resultados similares se encontraron en el estudio de INTERSALT, en el que participaron 43 países y se observó una relación positiva entre la cantidad de sodio excretada y la tensión arterial. En este estudio no se encontraron resultados significativos entre la excreción de potasio y la presión arterial. Lo que es similar a los resultados observados por Jackson, et al., 2018, quien reportó una asociación significativa entre la excreción de sodio y la tensión arterial diastólica, pero no encontraron resultados significativos en el consumo de potasio con la tensión arterial.

Una de las fortalezas del estudio es el uso del método de recolección de orina de 24 horas para la cuantificación de sodio y potasio. Este es el primer estudio que se realiza en el noroeste de México mediante un método directo, lo que permite hacer comparaciones con distintas poblaciones para identificar problemas de salud pública, ajustar y mejorar las estrategias empleadas.

Algunas de las limitaciones presentadas en el estudio fueron la medición de sodio y

potasio urinario de una sola muestra de orina de 24 horas y el carácter no probabilístico de la muestra lo que impide generalizar los resultados de la excreción total de sodio y potasio a nivel poblacional. Sin embargo, los resultados encontrados en el estudio son similares a los hallazgos en otros estudios realizados en América del Norte. Otra limitación importante es una probable sobrevaloración del consumo de frutas y verduras por lo que se requiere de un método confiable para estimar la ingesta y tener mayor precisión en la valoración del consumo con la excreción de sodio y potasio. Finalmente se requiere de una muestra mayor para poder generalizar los resultados del consumo de sodio y la tensión arterial a nivel poblacional. Asimismo se recomienda en la zona noroeste realizar estudios prospectivos para valorar el efecto a largo plazo que el consumo de sodio y potasio tiene sobre la hipertensión, otras enfermedades cardiovasculares y el cáncer gástrico.

## CONCLUSIONES

- La media de sodio y potasio urinario en una población adulta joven mexicana es de 3643 mg y 2094 mg al día respectivamente.
- Se encontró una excreción de sodio y potasio mayor en hombres que en mujeres.
- La ingesta de sodio está por encima de las recomendaciones de la OMS <2000 mg al día. La ingesta de potasio no alcanzó la ingesta mínima sugerida por la OMS.
- Se observó una relación significativa entre la excreción de sodio, la tensión arterial y el IMC. Los participantes con un IMC >25 kg/m<sup>2</sup> y una ingesta mayor a 3686 mg/día tuvieron tres veces mayor probabilidad a tener una tensión elevada.
- Los jóvenes con obesidad tienen una excreción mayor de sodio y potasio a los estudiantes con normo peso. Los jóvenes con obesidad tienen la tensión arterial elevada.
- Se encontró una excreción de sodio mayor en los estudiantes con hipertensión estadio 1 (130 – 139 sistólica / 80 – 89 diastólica).
- Se encontraron diferencias significativas por sexo en el consumo de sodio y potasio y tensión arterial.
- El 28% de la población estudiada padece de sobrepeso y 18% de obesidad. Se encontró mayor sobrepeso en hombres que en mujeres.

## RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados, se requiere en México, estrategias para reducir la ingesta de sal a <5 gramos al día para la prevención y desarrollo de enfermedades cardiovasculares.
- De acuerdo a los resultados, se requiere de estudios prospectivos para definir las cantidades adecuadas de la ingesta diaria de potasio.
- Definir la ingesta de sodio adecuada para las personas con una tensión arterial elevada para disminuir el riesgo al desarrollo de enfermedades cardiovasculares.
- Estimar el sodio y potasio por un método directo en una muestra mayor para tener una muestra representativa del consumo de sodio y potasio en Baja California.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Ballesteros, M. N., Cabrera, R. M., Saucedo, M. S., Grijalva, M. I. (1998). Dietary fiber, energy, sodium, potassium and calcium intake and its relationship to blood pressure in normotensive male adults. *Salud Publica Mex.* 40:241 – 247.

Bentley, B. (2006). A review of methods to measure dietary sodium intake. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 21(1):63-67.

Brown, J. I., Tzoulaki, I., Candeias, V., Elliott, P. (2009). Salt intakes around the world: implications for public health. *International Journal of Epidemiology*, 38:791-813.

Campino, C., Hill, C., Baudrand, R., Martinez-Aguayo, A., Aglony, M., Carrasco, A. C., Ferrada, C., Loureiro, C., Vecchiola, A., Bancalari, R., Grob, F., Carvajal, A. C., Lagos, F. C., Valdivia, C., Tapias-Castillo, A., Fuentes, A. C., Mendoza, C., Garcia, H., Uauy, R., Fardella, E. C. (2016). Usefulness and Pitfalls in Sodium Intake Estimation: Comparison of Dietary Assessment and Urinary Excretion in Chilean Children and Adults. *American Journal of Hypertension*, 10:1212-7.

Campos, I., Hernandez, L., Rojas, R., Pedroza, A., Medina, C., Barquera, S. (2013). Hypertension: prevalence, early diagnosis, control and trends in Mexican adults. *Salud Publica Mex.* 55(2), 144-150.

Charlton, K. E., Steyn, K., Levitt, N. S., Jonathan, D., Zulu, J. V., & Nel, J. H. (2008). Development and validation of a short questionnaire to assess sodium intake. *Public Health Nutrition*, 11(1), 83-94.

Cogswell, E. M., Loria, M. C., Terry, L. A., Zhao, L., Wang, Y. C., Chen, C. T., Wright, D. J., Pfeiffer, M. C., Merritt, R., Moy, S. C., Appel, J. L. (2018). Estimated 24- Hour Urinary Sodium and Potassium Excretion in US Adults. *JAMA*, 319(12):1209-1220.

Day, N. E., McKeown, N., Wong, M., Welch, A., Bingham, S. (2001). Epidemiological assessment of diet: a comparison of a 7-day diary with a food frequency questionnaire using urinary markers of nitrogen, potassium and sodium. *International Epidemiological Association*, 30:309- 317.

Gutiérrez, J. P., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T. Encuesta Nacional de Salud y

Nutrición 2012. Resultados nacionales. 2a. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX); 2013.

He, FJ., MacGregor, GA. (2002). Effect of modest salt reduction on blood pressure: a meta-analysis of randomized trials. Implications for public health. *Journal of Human Hypertension*. 16:761-770.

Jackson, S, L., Cogswell, M, E., Zhao, L., Terry, A, L., Wang, C, Y., Wright, J., Coleman King, S, M., Bowman, B., Chen, T, C., Merritt, R., Loria, C, M. (2018). Association Between Urinary Sodium and Potassium Excretion and Blood Pressure Among Adults in the United States: National Health and Nutrition Examination Survey, 2014. *Circulation*, 137(3): 237-246.

Ji, C., Sykes, L., Paul, C., Dary, O., Legetic, B., Campbell, N. R. C., Cappuccio, F. P. (2012). Systematic review of studies comparing 24-hour and spot urine collections for estimating population salt intake. *Rev Panam Salud Publica*. 32(4): 307–315.

Joossens, V. J., Hill, J. M., Elliot, P., Stamler, R., Stamler, J., Lesaffre, E., Dyer, A., Nichols, R., Kesteloot, R. (1996). Dietary salt, nitrate and stomach cancer mortality in 24 countries. *International Journal of Epidemiology*, 25: 494-504.

Kearney, M. P., Whelton, M., Reynolds, K., Whelton, K. P., He, J. (2014). Worldwide prevalence of hypertension: a systematic review. *Journal of Hypertension* 2004, 22:11-19.

McCarron, A. D., Kazaks, G. A., Geerling, C. J., Stern, S. J., Graudal, A. N. (2013). Normal Range of Human Dietary Sodium Intake: A Perspective Based on 24-Hour Urinary Sodium Excretion Worldwide. *American Journal of Hypertension*, 26(10):1218-1223.

Mclean, M. R. (2014). Measuring Population Sodium Intake: A Review of Methods. *Nutrients*, 6: 4651-4662.

Mente, A., O'Donnell, M. J., Rangarajan, S., McQueen, M. J., Poirier, P., Wielgosz, A., Morrison, H., Li, W., Wang, X., Di, C., Mony, P., Devanath, A., Rosengren, A., Oguz, A., Zatonska, K., Yusufali, A. H., Lopez-Jaramillo, P., Avezum, A., Ismail, N., Lanas, F., Puoane, T., Diaz, R., Kelishadi, R., Iqbal, R., Yusuf, R., Chifamba, J., Khatib, R., Teo, K., Yusuf, S., (2014). Association of Urinary Sodium and Potassium Excretion with Blood Pressure. *The New England Journal of Medicine*, 371: 601-611.

Mente, A., O'Donnell, M., Rangarajan, S., Dagenais, G., Lear, S., McQueen, M., Diaz, R., Avezum, A., Lopez-Jaramillo, P., Lanas, F., Li, W., Lu, Y., Yi, S., Rensheng, L., Iqbal, R., Mony, P., Yusuf, R., Yusoff K, Szuba, A., Anand, S. S., Teo, K., Yusuf, S. (2016). Associations of urinary sodium excretion with cardiovascular events in individuals with and without hypertension: a pooled analysis of data from four studies. *The Lancet*, 388: 465-475.

Mente, A., Dagenais, G., Wielgosz, A., Lear, S. A., McQueen, M, J., Zeidler, J., Fu, L., DeJesus, J., Rangarajan, S., Bourlaud, A, S., De Bluts, A, L., Cober, E., Jong, V., Boomgaardt, J., Shane, A., Jiang, Y., Groh, M., O'Donnell, M, J., Yusuf, S., Teo, K., (2016). Assessment of Dietary Sodium and Potassium in Canadians Using 24-Hour Urinary Collection. *Canadian Journal of Cardiology*, 32:319-326.

Mercado, C. I., Cogswell, M. E., Valderrama, A. L., Wang, C. Y., Loria, C. M., Moshfegh, A. J., Rhodes, D. G., Carriquiry, A. L., (2015). Difference between 24-h diet recall and urine excretion for assessing population sodium and potassium intake in adults aged 18–39 y. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101:376-386.

Mozaffarian, D., Fahimi, S., Singh, G. M., Micha, R., Khatibzadeh, S., Engell, R. E., Lim, S., Danaei, G., Ezzati, M., Powles, J. (2014). Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. *The New England Journal of Medicine*, 371(7), 624-634. doi:10.1056/NEJMoa130412.

Ortega, M. R., Lopez-Sobaler, M. A., Ballesteros, M. J., Perez-Farinos, N., Rodríguez-Rodríguez, E., Aparicio, A., Perea, M. J., Andrés, P. (2010). Estimation of salt intake by 24h urinary sodium excretion in a representative sample of Spanish adults. *British Journal of Nutrition*, 105:787-794.

O'Donnell M, Menté A, Rangarajan S, McQueen MJ, Wang X, Liu L, Yan H, Lee SF, Mony P, Devanath A, Rosengren A, Lopez-Jaramillo P, Diaz R, Avezum A, Lanas F, Yusoff K, Iqbal R, Ilow R, Mohammadifard N, Gulec S, Yusufali AH, Kruger L, Yusuf R, Chifamba J, Kabali C, Dagenais G, Lear SA, Teo K, Yusuf S; PURE Investigators. Urinary sodium and potassium excretion, mortality, and cardiovascular events. *N Engl J Med*. 2014 371(7):612-23.

Powles, J., Fahimi, S., Micha, R., Khatibzadeh, S., Shi, P., Ezzati, M., Engell, R. E., Lim, S.

S., Danaei, G., Mozaffarian, D., (2013). Global, regional and national sodium intakes in 1990 and 2010: a systematic analysis of 24h urinary sodium excretion and dietary surveys worldwide. *BMJ Open*, 3: e003733.

Sasaki, S., Yanagibori, R., Amano, K. (1998). Validity of a Self-Administered diet History Questionnaire for Assessment of Sodium and Potassium Comparison with single 24-hour Urinary Excretion. *Jpn Circ J*, 62: 431-435.

Tanaka, T., Okamura, T., Miura, K., Kadowaki, T., Ueshima, H., Nakagawa, H., Hashimoto, T. (2002) A simple method to estimate populational 24-h urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. *Journal of Human Hypertension*, 16: 97-103.

Terry, L. A., Cogswell, E. M., Wang, Y. C., Chen, C. T., Loria, M. C., Wright, D. J., Zhang, X., Lacher, A. D., Merritt, K. R., Bowman, A. B. (2016). Feasibility of collecting 24-h urine to monitor sodium intake in the National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Clin Nutr*, 104:480-8.

Torresani, M. E., Alvarez, M. J., Machicote, S., Patane, L., Victoria, S. M. (2013). Estimation of sodium intake in adult women through 24-hour urinary sodium excretion. *Epidemiologia e investigacion basica*, 14:(2): 141-146.

Vallejo, M., Colin-Ramirez, E., Macía, R. S., Rosado, C. R., Madero, M., Vazquez, I. O., Vargas-Barron, J. (2017). Assessment of Sodium and Potassium Intake by 24h Urinary Excretion in a Healthy Mexican Cohort. *Archives of Medical Research* 48: 195 – 202.

Vasara, E., Marakis, G., Breda, J., Skepastianos, P., Hassapidou, M., Kafatos, A., Rodopaios, N., Koulouri, A. A., Cappuccio, P. F. (2017). Sodium and Potassium Intake in Healthy Adults in Thessaloniki Greater Metropolitan Area-The Salt Intake in Northern Greece (SING) Study. *Nutrients*, 9,417.

Wang, Q. X., Terry, D. P., Yan, H. (2009). Review of salt consumption and stomach cancer risk: Epidemiological and biological evidence. *World Journal of Gastroenterology* 15(18): 2204-2213.

Whelton PK, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*. 2017

## ANEXOS

### **ANEXO 1: carta de consentimiento informado**

PROYECTO: Estimar la ingesta de sal a partir de la excreción de sodio en la orina en adultos jóvenes.

NOMBRE DE LA PARTICIPANTE: \_\_\_\_\_

FECHA DE FIRMA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE REGISTRO: \_\_\_\_\_

**Propósito:** Este estudio pretende determinar la cantidad de sodio excretado en la orina en adultos jóvenes para estimar la cantidad de sal consumida en la dieta.

**Procedimiento:** El estudio incluye la recolección de orina durante 24 h (un día) y el contestar un pequeño cuestionario de datos demográficos y de peso y talla corporal y la toma de la presión arterial.

Al participar en este proyecto estoy consciente de lo siguiente:

- a) Recolectaré la orina desde la segunda orina a partir de la hora de levantarme y las consecuentes durante todo el día hasta la primera orina de la siguiente mañana. En un contenedor que se me proporcionará.
- b) Proporcionaré datos sobre edad, sexo, peso, estatura.
- c) Permitiré que me pesen y midan.
- d) Me tomarán la presión arterial.

**Riesgos y Molestias:** El tener que llevar a todas partes un contenedor puede generar una molestia. Durante la toma de la presión arterial puedo sentir una leve presión en el brazo.

**Confidencialidad:** Los datos personales se mantendrán en un archivo con clave a la que tendrá solamente acceso la Dra. Montserrat Bacardí, para los análisis de datos se utilizarán solamente números de identificación. Los datos publicados no se referirán a nada que se pueda identificar con ello a los participantes del estudio.

**Beneficios:** no se gratificará a los participantes. Se les puede proporcionar información de los resultados propios.

**Costos:** No tiene ningún costo para el participante.

**Participación:** Su participación es voluntaria y se puede retirar en el momento que lo desee, solo tiene que avisarle al investigador.

***Si tiene alguna duda, pregunta o inconformidad puede aclararlo con los responsables del proyecto, que son la Dra. Montserrat Bacardí Gascón, LNCA Vanessa González en el teléfono 646 1163212 o dirigirse a la facultad de Medicina y Psicología de la Universidad Autónoma de Baja California o llamar al teléfono 6821233 ext. 123 .***

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma del participante  
Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma de quien obtiene el consentimiento  
Testigo 2

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

