

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Medicina Humana

NIVEL DE ARSÉNICO EN ORINA EN GESTANTES Y  
SU IMPACTO EN LOS RESULTADOS DEL  
NACIMIENTO EN LA PROVINCIA  
DE TACNA, 2019-2020

TESIS

Presentada por:

Bach. Alonso Ismael Plata Mollinedo

Para optar el Título Profesional de:

**MÉDICO CIRUJANO**

TACNA – PERÚ

2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

Facultad de Ciencias de la Salud

**Escuela Profesional de Medicina Humana**

**NIVEL DE ARSÉNICO EN ORINA EN GESTANTES Y SU IMPACTO EN  
LOS RESULTADOS DEL NACIMIENTO EN LA PROVINCIA DE TACNA,  
2019-2020**

**TESIS**

Presentado por:

**Bach. ALONSO ISMAEL PLATA MOLLINEDO**

Para optar el Título Profesional de:

**MÉDICO CIRUJANO**

Aprobado por UNANIMIDAD \_\_\_\_\_, ante el siguiente jurado:

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Claudio Willbert Ramírez Atencio**  
**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Danila Diana Huanco Apaza**  
**MIEMBRO**

  
\_\_\_\_\_  
**Mgr. José Antonio Paredes Olazábal**  
**MIEMBRO**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Julio Aguilar Vilca**  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

*En primera instancia, dedico mi esfuerzo a mi madre que sin ella no hubiese sido posible llegar hasta donde estoy en estos momentos.*

*A mi hermano mayor, un gran amigo que cuidó de mí desde que era niño y hasta ahora puedo contar con él.*

*A mi padre, por su gran cariño hacia mí y mi hermano, siempre al tanto de mis problemas y con la voluntad de querer ayudarme.*

*A todos mis familiares, por estar conmigo en los momentos más difíciles como una familia unida, les dedico esta Tesis que realice con gran esfuerzo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradecer a mi familia por su apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera y que hasta ahora me siguen dando nuevas enseñanzas.*

*A mis docentes de mi Universidad, por enseñarme lo interesante y profundo que es la Carrera de Medicina Humana, sus valores como personas y profesionales.*

*A mis compañeros que conocí en mi universidad y en mi internado, con los cuales pasé buenos momentos.*

*A Diego, Cinthya y Silvia por ayudarme en la elaboración del proyecto, sin ellos esta tesis no sería posible.*

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	ix
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>4</b>
1.1    PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.1.1    Identificación del problema.....	4
1.1.2.    Formulación del problema .....	6
1.1.3.    Justificación e importancia .....	6
1.2.    OBJETIVOS .....	7
1.2.1.    Objetivo general .....	7
1.2.2.    Objetivos específicos.....	7
1.3.    HIPÓTESIS .....	8
1.3.1    Hipótesis nula.....	8
1.3.2    Hipótesis alternativa .....	8
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.1.    ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.1.1.    Antecedentes internacionales.....	9
2.1.2.    Antecedentes nacionales .....	12
2.1.3.    Antecedentes locales .....	13
2.2.    BASES TEÓRICAS .....	14
2.2.1.    Características del arsénico .....	14
2.2.2.    Impacto del arsénico en el mundo .....	15
2.2.3.    Arsénico y sus efectos en la salud .....	17
2.2.4.    Arsénico en los resultados perinatales .....	19
2.3.    DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	20

<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>21</b>
3.1. DISEÑO:.....	21
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	21
3.2.1. Población .....	21
3.2.2. Muestra .....	21
3.2.3. Criterios de selección .....	22
3.2.4. Cálculo del tamaño de la muestra .....	23
3.2.5. Tipo de muestreo .....	23
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	24
3.3.1. Variables dependientes .....	24
3.3.2. Variables independientes .....	25
3.3.3. Variables asociadas .....	26
3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTO .....	27
3.3.1. Técnica .....	27
3.3.2. Instrumento .....	27
3.4. RECOPIACIÓN DE DATOS .....	27
3.4.1. Organización .....	27
3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO: .....	31
<b>CAPÍTULO IV: DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
4.1. RESULTADOS .....	33
4.2. DISCUSIÓN.....	50
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXOS .....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pág</b>
<b>TABLA N° 01.</b>	Características sociodemográficas de las mujeres embarazadas en los distritos de la ciudad de Tacna según su nivel de arsénico, 2019- 2020	34
<b>TABLA N° 02.</b>	Características maternas de las mujeres embarazadas en los distritos de la ciudad de Tacna según su nivel de arsénico, 2019-2020	37
<b>TABLA N° 03.</b>	Estadísticas resumidas de la relación del arsénico urinario y sus derivados con las categorías del peso al nacer en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	39
<b>TABLA N° 04.</b>	Estadísticas resumidas de la relación del arsénico urinario y sus metabolitos con las categorías de edad gestacional al nacer en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019 - 2020	42

<b>TABLA N° 05.</b>	Estadísticas resumidas de la relación del arsénico urinario y sus metabolitos con las categorías de peso/edad gestacional al nacer en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	45
---------------------	--	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág</b>
<b>GRÁFICO N° 01.</b> Correlación de Pearson entre peso al nacer y valores de arsénico urinario total más sus metabolitos	48
<b>GRÁFICO N° 02.</b> Distribución del arsénico total en orina (ug/L) en el 2° trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	81
<b>GRÁFICO N° 03.</b> Distribución del grupo etario con el nivel de arsénico total en orina (ug/L) en el 2° trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	82
<b>GRÁFICO N° 04.</b> Distribución del nivel de educación con el nivel de arsénico total en orina (ug/L) en el 2° trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	83
<b>GRÁFICO N° 05.</b> Distribución el estado civil con el nivel de arsénico total en orina (ug/L) en el 2° trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	84

<b>GRÁFICO N° 06.</b>	Distribución de la dependencia económica con el nivel de arsénico total en orina (ug/L) en el 2°trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	85
<b>GRÁFICO N° 07.</b>	Distribución de la microrred de salud con el nivel del arsénico total en orina (ug/L) en el 2°trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	86
<b>GRÁFICO N° 08.</b>	Distribución del tiempo de residencia en Tacna con el nivel de arsénico total en orina (ug/L) en el 2°trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	87
<b>GRÁFICO N° 09.</b>	Distribución del lugar de nacimiento con el nivel de arsénico total en orina (ug/L) en el 2°trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	88
<b>GRÁFICO N° 10.</b>	Distribución del sexo del recién nacido con el nivel de arsénico total en orina (ug/L) en el 2°trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	89
<b>GRÁFICO N° 11.</b>	Distribución del estado nutricional materno con el nivel de arsénico total en orina (ug/L) en el 2°trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	90

<b>GRÁFICO N° 12.</b> Distribución de la gravidez con el nivel de arsénico total en orina (ug/L) en el 2° trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	91
<b>GRÁFICO N° 13.</b> Distribución del N° de controles prenatales con el nivel arsénico total en orina (ug/L) en el 2° trimestre del embarazo de las gestantes en los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020	92

## RESUMEN

**Introducción:** La presencia de arsénico en agua potable como principal fuente de exposición crónica a los seres humanos resulta ser un problema poco dilucidado y aún en menor medida, su asociación con la salud reproductiva. **Objetivo:** Determinar la relación entre el nivel urinario de arsénico y los resultados del nacimiento en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020. **Método:** Es un estudio analítico observacional transversal, durante febrero-marzo de 2019 se obtuvo la muestra de orina del segundo trimestre de 146 mujeres embarazadas y las muestras se procesaron en noviembre, diciembre del 2019 y enero de 2020. Los datos del recién nacido se obtuvieron al momento del parto. **Resultados:** Se obtuvo que el 58% tuvo un valor normal ( $\leq 50$  ug/L) de arsénico urinario total mientras que el otro 42% tuvo un valor normal alto ( $> 50$  ug/L). La media aritmética del arsénico urinario total (U-tAs) fue de  $52,81 \pm 33,37$  ug/L; del arsénico urinario inorgánico (U-iAs) fue de  $8,15 \pm 7,33$  ug/L; del metabolito ácido monometilarsónico (MMA) fue de  $4,25 \pm 3,84$ ; del metabolito dimetilarsínico (DMA) fue  $21,89 \pm 16,61$  y del coeficiente DMA/MMA fue de  $7,01 \pm 4,57$ . Solo se halló una relación estadísticamente significativa con las variables edad y microrred de salud con un valor  $p=0,0025$  y  $p=0,012$  respectivamente. **Conclusión:** No se encontró una relación estadísticamente significativa entre el nivel urinario de arsénico y los resultados del recién nacido; sin embargo, si lo fue con las características maternas como grupo etario y microrred de las características sociodemográficas.

**Palabras Clave:** Arsénico urinario, resultados del nacimiento.

## ABSTRACT

**Introduction:** The presence of arsenic in drinking water as the main source of chronic exposure to human beings turns out to be a little elucidated problem and, even to a lesser extent, its association with reproductive health. **Objective:** To determine the relationship between urinary arsenic level and birth outcomes in pregnant women in the districts of the city of Tacna, 2019-2020. **Method:** It is a cross-sectional observational analytical study, during february-march 2019 the second trimester urine sample was obtained from 146 pregnant women and the samples were processed in november, december 2019 and january 2020. The data of the newborn were obtained at the time of delivery. **Results:** It was obtained that 58% had a normal value ( $\leq 50$  ug/L) of total urinary arsenic while the other 42% had a high normal value ( $> 50$  ug/L). The arithmetic means of total urinary arsenic (U-tAs) was  $52,81 \pm 33,37$  ug/L; of inorganic urinary arsenic (U-iAs) was  $8,15 \pm 7,33$  ug/L; of monomethylarsonic acid metabolite (MMA) was  $4,25 \pm 3,84$ ; the dimethylarsinic metabolite (DMA) was  $21.89 \pm 16.61$  and the DMA/MMA coefficient was  $7,01 \pm 4,57$ . A statistically significant association was only found with the variables age group and health micro network with a value of  $p=0,0025$  and  $p=0,012$ , respectively. **Conclusion:** No statistically significant relationship was found between urinary arsenic level and newborn outcomes; however, it was found with maternal characteristics such as age group and micronetwork of sociodemographic characteristics.

**Keywords:** Urinary arsenic, birth outcomes.

## INTRODUCCIÓN

El arsénico que es conocido como un elemento químico de la familia de los metaloides, se encuentra presente de forma natural principalmente en la corteza terrestre.

Según la ATSDR (8), el arsénico ocupa el primer lugar en la lista de sustancias nocivas. Esto se debe principalmente a su capacidad de exposición por fuentes humanas (minería) o naturales. La exposición a este metaloide se da principalmente por fuentes de agua para consumo humano, el consumo de niveles altos de forma prolongada resulta ser fatal, mientras que a niveles bajo puede provocar descoloramiento de la piel y la aparición de pequeños callos o verrugas. (9,10)

El alto nivel de exposición a As (100-1000 ug/L o incluso más) por consumo de fuentes hídricas se ha asociado con diversas enfermedades como cardiovasculares, gastrointestinales, respiratorios, vesicales, renales y reproductivas. La OMS, en 1993, estableció que el límite permitido de arsénico en agua potable es de 10 ug/L. Este límite se basó en el estudio del Comité Conjunto de Expertos en Aditivos Alimentario que establece que el consumo tolerable de arsénico desde 15ug/kg del peso corporal. (12)

La IARC, informa que incluso con valores alrededor de 10 ug/L, el arsénico puede causar 0,1-0,3% de los cánceres, en especial de tipo respiratorio, vesical y de piel. Actualmente se han publicado estudios en países como EEUU y del Asia del Sur en donde se observa una relación entre los altos niveles de arsénico en orina y los resultados del nacimiento como PEG o BPN. (14)

En Latinoamérica, existen pocos estudios que evalúan la relación del arsénico y su impacto en la salud, y aun menos en los resultados del nacimiento. La mayoría se centran en zonas del Pacífico Sur como Bolivia, Argentina, Perú y Chile donde se ha observado niveles de arsénico mayores al límite estipulado. (20)

En Perú, los niveles de arsénico son elevados principalmente en distritos donde se sitúa la minería con valores que sobrepasan los límites permitidos y son equiparables con los encontrados en Asia del Sur que constan de los valores más elevados a nivel mundial. (5)

A nivel local, solo se disponen de estudios observacionales y principalmente abarcan la estimación del nivel de arsénico que se encuentra en agua potable, mas no su asociación con los efectos en la salud de la población.

Es por ello que este estudio evaluará la asociación del arsénico total y de sus derivados con los resultados del nacimiento con el fin de aportar nueva información sobre la capacidad tóxica del arsénico en el transcurso de la gestación.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1.1 Identificación del problema**

El arsénico es un metaloide pesado que se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre. En la actualidad, hay evidencia que la exposición crónica al arsénico se asocia al desarrollo de distintos problemas de salud, tales como procesos cancerígenos, enfermedades metabólicas como la diabetes, enfermedades de la piel como la hiperpigmentación cutánea y enfermedades cardio- respiratorias como aterosclerosis, siendo por lo tanto un elemento altamente tóxico y de gran preocupación en el ámbito de la salud.

Hay estudios que sugieren como el arsénico inorgánico es capaz de atravesar la membrana hematoplacentaria, por tanto, es capaz de afectar directamente el desarrollo del feto, aumentando considerablemente el riesgo de aborto, nacimiento con BPN, prematuro, PEG, etc. También se vincula con una disminución del desarrollo cognitivo de los neonatos. La OMS menciona que > 200 millones de seres humanos en todo el mundo podrían estar expuestas crónicamente al arsénico en el

agua potable en concentraciones superiores a la norma de seguridad de la OMS de 10  $\mu\text{g} / \text{L}$ . La mayoría de ellos provienen de países del Asia Sur como Bangladesh, Nepal, Camboya.

Según George et al, en varios departamentos del Perú, el agua rebasa el límite establecido por la OMS y es comparable con zonas del mayor nivel de arsénico en agua como Asia Sur, esto supone un problema para la población que habita en esas ciudades. Los distritos con mayores niveles de arsénico fueron Lima, Puno (Juliaca y Caracoto) y La Oroya (Junín).

La región sureña de Tacna, presenta niveles elevados de arsénico en agua potable, llegando a encontrarse niveles de hasta 5 veces por encima de lo establecido por la Organización Mundial de la Salud; cuyo origen es debido a la lixiviación de la roca volcánica presente en su suelo que provienen de los ríos de Caplina, Uchusuma y Sama.

En la actualidad no se han realizado estudios con las medidas correspondientes para evaluar la asociación del consumo de agua con arsénico y su relación con los resultados del nacimiento en el Perú ni en Tacna.

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Existe relación entre el nivel urinario de arsénico y los resultados del nacimiento en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020?

### **1.1.3. Justificación e importancia**

Actualmente no se han realizado estudios que verifiquen la respuesta del cuerpo de las gestantes frente a la exposición a este metal pesado ni las causas de esta respuesta. Esta investigación es una gran base de conocimiento teórico y científico, ya que sería uno de los primeros estudios que evaluara el metabolismo de las gestantes tacneñas sobre el arsénico; sino que también sirve para dar conocimiento a las autoridades correspondientes, quienes, con ayuda de la base científica, deberán sugerir medidas para solucionar este problema que afecta no solamente a la ciudad de Tacna, sino también a los distintos pobladores de Candare y Tarata (6) donde está comprobado que los niveles de arsénico en agua potable son más elevados. Este estudio dará la base suficiente para incentivar nuevos proyectos en donde se usen parámetros más confiables con los cuales asociar los resultados del recién nacido.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la relación entre el nivel urinario de arsénico y los resultados del nacimiento en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar la relación entre el nivel urinario de arsénico total y sus compuestos con el peso al nacer en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.
  
- b) Determinar la relación entre el nivel urinario de arsénico total y sus compuestos con la edad gestacional al nacer en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.
  
- c) Determinar la relación entre el nivel urinario de arsénico total y sus compuestos con el peso para edad gestacional al nacer en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.

### **1.3. HIPÓTESIS**

#### **1.3.1 Hipótesis nula**

No existe relación entre el nivel urinario de arsénico y los resultados del nacimiento en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna. 2019-2020.

#### **1.3.2 Hipótesis alternativa**

Existe relación entre el nivel urinario de arsénico y los resultados del nacimiento en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

**Quansah R. et al. (1)** realizó una revisión sistemática y un metaanálisis que evaluó las asociaciones de exposición al arsénico con los resultados adversos del embarazo y la mortalidad infantil. La búsqueda sistemática arrojó 888 artículos; de estos, 23 fueron incluidos en la revisión sistemática. El arsénico en el agua subterránea ( $\geq 50 \mu\text{g} / \text{L}$ ) se asoció con un mayor riesgo de aborto espontáneo (6 estudios), muerte fetal (9 estudios), riesgo moderado de mortalidad neonatal (5 estudios), mortalidad infantil (7 estudios) y la exposición al arsénico ambiental se asoció con una disminución significativa en el peso del recién nacido (4 estudios). Se concluyó que existe un riesgo significativamente alto de aborto espontáneo, muerte fetal, mortalidad neonatal y muerte infantil, según investigaciones publicadas en Asia y los EE. UU; además de la necesidad de estudios prospectivos de alta calidad que incluyan datos a nivel individual para cuantificar el impacto del arsénico en los resultados

adversos de la gestación/ mortalidad infantil. Sin embargo, la mayoría de los estudios existentes utilizaron evaluaciones de exposición ecológica de niveles de arsénico en el agua potable. La mejor evidencia hasta la fecha proviene de dos estudios de cohorte prospectivo de mujeres en zonas rurales de Bangladesh con medidas a nivel individual de concentraciones urinarias totales de arsénico durante el embarazo y un estudio en China donde se evalúa las concentraciones urinarias de arsénico en los tres trimestres.

**Rahman A. et al. (2)** realizó un estudio de cohorte prospectivo de 2 años (2002-2004) en Matlab, Bangladesh en 2924 mujeres embarazadas donde se evaluó la relación del consumo del arsénico con los efectos adversos del embarazo y la mortalidad infantil. Se encontró que la razón de posibilidades de aborto fue 1.4 veces mayor en mujeres con concentración de arsénico en orina de 249-1253 ug/L que en aquellas mujeres con concentración de arsénico en orina < de 33ug/L. La tasa de mortalidad infantil aumentó con el aumento de la exposición al arsénico: la razón de riesgo fue 5 veces mayor con concentraciones de arsénico urinario materno de 268-2019 µg / L, en comparación con concentración de arsénico urinario materno <38 µg / L. No hubo evidencia clara de mayores tasas de muerte fetal.

Se concluye que se encontró evidencia de un mayor riesgo de mortalidad infantil con el aumento de la exposición al arsénico durante el embarazo, con menos evidencia de asociaciones con el riesgo de aborto espontáneo o muerte fetal.

**Shih Y. et al. (3)** realizó un estudio de cohorte prospectivo donde se evaluó la asociación entre la exposición al arsénico prenatal a nivel individual con los resultados adversos del embarazo y la mortalidad infantil en un estudio de embarazo entre 498 mujeres anidadas en las zonas rurales de Bangladesh. Se observó una asociación significativa entre la exposición prenatal al arsénico y el riesgo de muerte fetal: (OR: 2,5). También se observó un riesgo elevado de mortalidad infantil en relación con la exposición prenatal al arsénico. Se concluye que los estudios prospectivos deben continuar evaluando los efectos sobre la salud prenatal y temprana de la exposición al arsénico y las estrategias de remediación del arsénico para mujeres en edad de procrear.

**Liu H. et al. (4)** realizó un estudio de cohorte prospectivo de 2014-2016 en Wuhan, China con 1390 mujeres para determinar la relación con el arsénico urinario materno y los resultados de nacimiento fueron específicos del trimestre. Se halló que las concentraciones de arsénico en el tercer trimestre, pero no en el primer y segundo trimestre, se asociaron con los resultados de nacimiento. Por cada duplicación de los niveles de arsénico

urinario en el tercer trimestre se asoció a: una reducción del peso al nacer de 24.27 g y el riesgo de PEG se incrementó en un 25%. Los hallazgos indican que los niveles de arsénico materno en el tercer trimestre parecían tener un impacto significativo en los resultados del nacimiento, y también enfatizan la relevancia de las intervenciones de salud pública para la exposición al arsénico al final del embarazo.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

**Esparza C. (5)** realizó un estudio acerca del nivel de arsénico en agua potable en Latinoamérica, describe que, en el sur del Perú, existen áreas desérticas cuya población consume agua de los ríos que provienen de los Andes y fluyen hacia el Océano Pacífico. Se reportaron presencia de arsénico en varios Ríos Andinos del Perú, especialmente en el Río Locumba, que pasa por Puno y Moquegua, donde las concentraciones son alrededor de 500 ug / ml, donde aproximadamente 250.000 habitantes están expuestos a este elemento. La ciudad de Ilo (Región Moquegua) consume el agua que proviene del Lago de Aricota para uso doméstico e industrial. Este lago tiene dos afluentes: el río Callazas y el río Salado, que pasan por el volcán Yucamane que, al parecer, es la fuente natural de arsénico en el agua. Se observó que el agua proveniente de los ríos Callazas y Salado, tiene valores tan elevados como 640 y 1 680 µg/L,

respectivamente, también se llegó a detectar niveles de en aguas subterráneas en zonas del sur como Puno, Tacna y Moquegua.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

**Franco, A. et al. (6)** en un estudio, midieron las concentraciones de arsénico en las cuencas de Sama y Locumba pertenecientes al distrito de Tacna, se encontraron concentraciones elevadas de arsénico, con valores de 0.30 mg/L y 0.8 mg/L respectivamente. El arsénico identificado es en mayor cantidad como arsénico de valencia (V) a comparación del arsénico (III) que está en menor cantidad.

**Ticona C. et al. (7)** realizó un estudio transversal donde el objetivo fue evaluar el nivel de contaminación del agua potable con arsénico, así como su asociación con los cánceres en la ciudad de Tacna, durante los años 2007-2010, encontraron que el agua potable en Tacna tenía una media de 56 ug/L, superando 5 veces el valor permitido por OMS basada en 25 muestras.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Características del arsénico

Según la **ATSDR (8)**; el arsénico es un elemento natural tóxico que se distribuye ampliamente en la corteza terrestre, se clasifica químicamente como un metaloide, que tiene ambas propiedades de metal y no metal; a la vez se distribuye ampliamente en el suelo, el agua, el aire y las rocas. El arsénico se encuentra generalmente en la corteza terrestre o en el medio ambiente junto a otros compuestos como el oxígeno, el cloro y el azufre. El arsénico junto a estos compuestos se llama arsénico inorgánico mientras que el arsénico combinado con los compuestos de hidrógeno y carbono se le llama como arsénico orgánico. Entre los tipos de arsénico natural, el arsénico inorgánico es el más frecuente.

Según **Molin M. et al. (9)**; dentro de estos compuestos, el arsénico se produce en diferentes estados de valencia, los más comunes son  $\text{As}^{\text{III}}$  (arsenitos) y  $\text{As}^{\text{V}}$  (arsenatos). El arsénico en el agua potable se encuentra típicamente en la forma inorgánica, ya sea como  $\text{As}^{\text{III}}$  o  $\text{As}^{\text{V}}$ , mientras que el arsénico en los alimentos se encuentra en formas orgánicas e inorgánicas, dependiendo de los alimentos específicos. (9)

**La EFSA (10)** estipula que, en humanos, As (V) ingresa a la célula a través del sistema portador de fosfato, se reduce enzimáticamente a As (III) y se biotransforma adicionalmente por metilación oxidativa en el hígado mediante la adición de un grupo metilo del donante de metilo S-adenosil metionina (SAM) para formar ácido monometilarsenato (MMA V). MMA V luego se reduce enzimáticamente a ácido monometilarsinico (MMA (III)), a la que se agrega un segundo grupo metilo a través de una reacción oxidativa para producir ácido dimetilarsenato (DMA V).

**Concha G. et al. (11)** informa que los metabolitos del arsénico en la orina de varios grupos de población son bastante constantes inicialmente, es decir, 10-30% de arsénico inorgánico, 10-20% de MMAV y 60-80% de DMAV.

## **2.2.2. Impacto del arsénico en el mundo**

### **Internacional**

La **OMS (12)** estima que > 200 millones de seres humanos alrededor del mundo podrían estar expuestas crónicamente al arsénico en el agua en concentraciones superiores a la norma de seguridad de la OMS

de 10 µg / L. La mayoría de esta población expuesta vive en países del sur de Asia como Bangladesh, Camboya, India, Nepal y Vietnam.

**Según McClintock T. et al. (13)**, se ha estimado que al menos 4,5 millones de personas en América Latina como Argentina, Bolivia, Chile y México están expuestas crónicamente a altos niveles de As > 50µg / L (el umbral de Bangladesh), algunas de ellas hasta 2000 µg / L, 200 veces más que la norma provisional para el agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

**Según la ATSDR (14)**, actualmente el arsénico se sigue manteniendo en la clasificación más alta en la lista actual de prioridades de sustancias nocivas de la ATSDR basado en su frecuencia, toxicidad y potencial de exposición humana.

**La IARC (15)**, define el arsénico como un carcinógeno humano conocido del Grupo I que también induce una amplia gama de otros efectos no cancerígenos, prácticamente sin dejar ningún sistema corporal libre de daños potenciales. (15)

## **Nacional**

En el Perú, **el MINSA (16)** se basa en las normas reglamentarias estipulados por la OMS para el arsénico en el agua potable; sin embargo, no se sabe con exactitud el alcance y el daño que puede ejercer el arsénico en la salud de la población. Por lo cual la implementación de medidas para solucionar esta problemática es ineficiente.

**George C. et al. (17)** describe que, en varios departamentos del Perú, el agua potable tiene un valor de arsénico que rebasa el límite dado por la OMS y supone un peligro no dilucidado para la salud pública que necesita una mejor investigación y propuestas de solución. Los distritos con mayores niveles de arsénico fueron Lima, Puno (Juliaca y Caracoto) y La Oroya (Junín). (17)

### **2.2.3. Arsénico y sus efectos en la salud**

**Chiang H. et al. (18)** encontró una alta incidencia de cáncer de vejiga (23.53 / 100,000 habitantes por año desde 1981 a 1985 en un área con niveles altos de arsénico en la costa suroeste de Taiwán.

**Rossman T. et al. (19)** sugiere que el arsenito (o posiblemente un metabolito anterior), y no el DMA, es responsable de los cánceres de piel. (19)

**Ferrecio C. et al. (20)** proporciona información sobre una fuerte evidencia de que la ingestión de arsénico inorgánico está asociada con el cáncer de pulmón humano. **Hopenhaym R. et al. (21)** también sugirió una diferencia étnica en la capacidad de metilación del arsénico.

**Smith A. et al. (22)** comparó los metabolitos urinarios del arsénico en personas de origen atacameno y étnico europeo que viven en áreas de exposición al arsénico en Chile, los atacamenos fueron mejores metiladores del arsénico que los europeos en los análisis univariados y multivariados. Es interesante notar que los indígenas en Chile han vivido en los Andes con exposición al agua potable que contiene arsénico durante miles de años.

**García A. et al. (23)** realizó un estudio reciente en donde se demostró la asociación entre polimorfismos del gen Arsénico 3 Metiltransferasa (As3MT) con los niveles urinarios de arsénico, en una población de México donde se demostró una mayor eficiencia en la excreción del metabolismo del arsénico, con una mayor excreción de DMA.

#### **2.2.4. Arsénico en los resultados perinatales**

Las asociaciones de exposición al arsénico con los resultados adversos del embarazo y la mortalidad infantil informaron un riesgo significativamente alto de aborto espontáneo, muerte fetal, mortalidad neonatal y muerte infantil, según investigaciones publicadas en Asia y los EE. UU. (1)

Dos estudios observaron una relación dosis-respuesta significativa con la mortalidad infantil, así como un riesgo elevado de aborto espontáneo y muerte fetal, aunque se asociaron con amplios intervalos de confianza y no con una asociación clara de dosis- respuesta. (2,3)

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

### a) **Efectos neonatales adversos:**

- **Bajo peso de nacimiento:** Un bebe que nació con un peso de 2500 g (5.5 lb) o menos.
- **Pretérmino o prematuro:** Niño nacido antes de las 37 semanas de la gestación
- **PEG:** Un bebe que tiene un peso al nacer inferior al esperado para su edad gestacional

**b) Gestante:** Hembras humanas que están embarazadas, como entidades culturales, psicológicas o sociológicas.

**c) Orina:** Subproducto liquido de la excreción producida en los riñones, que se almacena temporalmente en la vejiga hasta su eliminación a través de la uretra.

**d) Arsénico:** Un elemento gris brillante de símbolo atómico As, numero atómico 33 y peso atómico 75. (24).

**e) Arsénico urinario total:** concentración en ug/L de arsénico orgánico más inorgánico.

**f) Arsénico inorgánico en orina:** concentración en ug/L de arsénico inorgánico.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. DISEÑO**

Estudio observacional, analítico prospectivo y transversal.

#### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.2.1. Población**

La población consta de todas las gestantes atendidas en los siguientes centros de Salud: C.S Bolognesi, C.S de Ciudad Nueva, C.S de Viñani, C.S de La Esperanza, C.S de San Francisco, C.S Metropolitano, C.S de Alto de la Alianza, C.S Natividad, C.S Leoncio Prado, C.S de Vista Alegre, C.S de Leguía, C.S de Pocollay, C.S de 5 de Noviembre, C.S de Cono Norte, C.S de Hábitat, C.S de 28 de Agosto.

##### **3.2.2. Muestra**

La muestra consiste en 146 mujeres embarazadas durante su etapa gestacional (reclutadas durante las semanas 8 a 16 de gestación, hasta el final de la gestación).

### **3.2.3. Criterios de selección**

#### **Criterios de inclusión**

- Mujeres embarazadas entre 18 y 40 años.
- Vivir al menos 3 años en el área de estudio.
- Tiempo de embarazo >13 semanas y < 24 semanas.

#### **Criterios de exclusión**

- Embarazo múltiple (p. Ej., Gemelos, trillizos, etc.).
- Nacimientos no hospitalarios.
- Mujeres embarazadas con fetos con malformaciones congénitas.
- Gestantes que consumieron pescado o mariscos 24 horas antes del examen de orina.
- Madres que fuman (anticipamos que muy pocas mujeres embarazadas fuman en Tacna).

### 3.2.4. Cálculo del tamaño de la muestra

Un reporte del Ministerio de Salud del Perú informa que el número estimado de gestantes en la provincia de Tacna para el año 2016 fue de 6985.

Según estos datos, la fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra será:

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left( \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

La muestra fue un total de 146 participantes recolectadas a lo largo del reclutamiento a través del padrón de los Centros de Salud de la ciudad de Tacna.

### 3.2.5. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo utilizado fue por conglomerados en donde se eligieron diferentes distritos (conglomerado) de la ciudad de Tacna, a la vez a través de un muestreo aleatorio simple se eligió un número de sujetos de cada conglomerado. Todo este proceso se realizó en un periodo comprendido en el mes de marzo del 2019.

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

#### 3.3.1. Variables dependientes

VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADOR	VALOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Peso al nacer</b>	Peso al nacimiento en gramos al término del embarazo	a) Bajo peso al nacer b) Peso insuficiente c) Peso adecuado d) Macrosómico	Cualitativa	Ordinal
<b>Edad gestacional</b>	Número de semanas entre el primer día del último período menstrual normal y el día del parto	a) Pretérmino b) A término	Cualitativa	Ordinal
<b>Relación peso al nacer con edad gestacional</b>	Relación de la variable de peso al nacer y variable edad gestacional según las curvas de la OMS.	a) Pequeño para edad gestacional (PEG) b) Adecuado para edad gestacional (AEG) c) Grande para edad gestacional (GEG)	Cualitativa	Nominal

### 3.3.2. Variables independientes

VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADOR	VALOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Arsénico total presente en orina (U-tAs)</b>	Concentración de microgramos de arsénico total por litro de orina.	ug/L	Cuantitativa	Continua
<b>Arsénico inorgánico en orina (U-iAs)</b>	Concentración de microgramos de arsénico inorgánico por litro de orina.	ug/L	Cuantitativa	Continua
<b>Ácido dimetilarsínico (DMA)</b>	Concentración de microgramos de ácido dimetilarsínico por litro de orina.	ug/L	Cuantitativa	Continua
<b>Ácido monometilarsínico (MMA)</b>	Concentración de microgramos de ácido monometilarsínico por litro de orina.	ug/L	Cuantitativa	Continua
<b>Coeficiente DMA/MMA</b>	Relación entre el valor de DMA y MMA	Numérico	Cuantitativa	Continua

### 3.3.3. Variables asociadas

VARIABLES ASOCIADAS	INDICADOR	VALOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Edad de la madre</b>	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento	a) <20 años b) 20 – 34 años c) 35-49 años	Cualitativa	De razón
<b>Nivel de instrucción de la madre</b>	Grado de instrucción	a) Ninguno b) Primaria c) Secundaria d) Superior/Técnica	Cualitativa	Ordinal
<b>Gravidez</b>	Cantidad de embarazos previos	a) Primigesta b) Multigesta	Cualitativa	Discreta
<b>Sexo del recién nacido</b>	Sexo asignado al recién nacido	a) Mujer b) Varón	Cualitativa	Nominal
<b>Índice de Masa Corporal (IMC)</b>	El valor de peso en kilogramos entre la talla al cuadrado (kg/m <sup>2</sup> )	a) Bajo peso b) Peso normal c) Sobrepeso d) Obesidad	Cualitativa	Ordinal
<b>Estado Civil</b>	Estado Civil Actual	a) Soltera b) Casada c) Conviviente	Cualitativa	Nominal
<b>Tiempo de residencia</b>	Años de residencia en Tacna	a) <10 años b) 10-20 años c) >20 años	Cualitativa	De razón
<b>Número de controles prenatales</b>	Cantidad de controles prenatales según OMS	a) Deficiente (< 6) b) Bueno (≥ 6)	Cualitativa	Ordinal
<b>Lugar de residencia</b>	Ciudad natal	a) Tacna b) Puno c) Otros	Cualitativa	Ordinal

### **3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTO**

#### **3.3.1. Técnica**

- Encuesta sociodemográfica
- Recolección de muestras de orina
- Ficha de recolección de datos del nacimiento
- Procesamiento de las muestras de orina

#### **3.3.2. Instrumento**

Se usará una encuesta para recolectar los datos sociodemográficos y obstétricos de la madre. Se anotarán las medidas antropométricas, el sexo, la edad gestacional y la condición al nacer del neonato.

### **3.4 RECOPIACIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1. Organización**

**Inicio del proyecto:** 01 de febrero de 2019

**Objetivo:** Reclutamiento de las gestantes

Durante la primera semana de febrero de 2019, el equipo de investigación de la UPCH y la UNJBG se reunió con los directivos

correspondientes para la realización y explicación del proyecto de las cartas de autorización a los 16 centros de salud seleccionados para la investigación de la provincia de Tacna. Tras el recojo de las cartas de autorización se procedió a las visitas de los 16 centros de salud para la recolección de la base de datos del padrón nominal de las gestantes que se ubiquen dentro del 1er y 2do trimestre de cada área de maternidad con la correspondiente reunión y explicación del proyecto con el gerente y jefe de maternidad del centro de salud. El plan de reclutamiento será realizado vía llamada telefónica con las gestantes de cada centro de salud informándose el propósito del proyecto, el procedimiento y el incentivo por la participación a dicha investigación, con el fin de seleccionar a las voluntarias, además de señalar que se trata de un proyecto de investigación llevado a cabo por ambas universidades (UNJBG y UPCH).

En la primera semana de febrero, tras la explicación del proyecto a las gestantes y recibiendo una respuesta afirmativa en la participación del proyecto se comenzará con la visita domiciliaria para la correspondiente entrega del consentimiento informado, el cual, una vez leído y entendido por la voluntaria, firmará o no el documento. En caso sea firmado, esta será considerada dentro del estudio. El proceso continuará hasta completar las 400 gestantes. Dicho proceso de reclutamiento tomará 2 meses.

**Objetivo:** Recolección de la primera muestra de orina del 2º trimestre

A la par que se realizó el reclutamiento, el mismo día de la entrega del consentimiento informado, se entregó a la participante un frasco estéril, de plástico de 200 ml, para que la participante deposite su orina en ayunas y la primera de la mañana con la correcta explicación de no consumir productos marinos 24 horas antes del depósito de la muestra en el frasco estéril. Este proceso fue realizado únicamente por la gestante, la cual entregó el recipiente herméticamente cerrado en la fecha coordinada con el investigador con previo recordatorio dos días antes. El día de recojo de la muestra, el investigador a cargo rotuló el frasco según el código de la gestante y se almacenó la muestra para su transporte al laboratorio de la UNJBG. Cada día, las muestras se guardaron en un refrigerador con una temperatura de 20°C, ubicado en la UNJBG, proporcionado por el equipo de dicha universidad.

**Objetivo:** Recolección de la información sociodemográfica y antropométrica.

Mediante un cuestionario, en la residencia de la participante, se llevó a cabo la entrevista empleando el cuestionario sociodemográfico y de salud.

**Objetivo:** Recolección de datos neonatales

Durante los meses de noviembre y diciembre, se consultó a las gestantes la fecha de programación del parto. Una semana después de concluido el parto, se realizó una última visita a las participantes, entrevistándola sobre la información del neonato.

**Objetivo:** Cuantificación de las especies metabólicas de arsénico

Las muestras de orina fueron enviadas a Lima, por medio de la contratación de un courier especializado en el transporte de muestras biológicas. Las muestras de orina recolectadas fueron transportadas a Lima, para ser analizadas en la UPCH, mediante un sistema de Cromatografía Líquida de Alto Rendimiento acoplado a Espectroscopía de Masas (HPLC-MS por sus siglas en inglés). Durante este tiempo, el equipo del Laboratorio de Endocrinología y Reproducción, junto con los miembros del equipo de la UNJBG que participaron activamente en cuanto al procesamiento, manejo y análisis de muestras cromatográficas. Dicho proceso se llevó a cabo durante los meses de noviembre, diciembre de 2019 y enero de 2020.

Los pasajes, estadía, gastos de transporte y alimentación fueron proporcionados a los estudiantes del equipo de la UNJBG.

### **3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos se analizaron utilizando el programa STATA (STATA versión 16,0) para computadoras personales (Stata Corporation, 4905 Lakeway Drive, College Station, TX 77845, EE. UU).

Para la relación estadística entre las categorías de los resultados de nacimiento y el valor de la concentración de arsénico urinario total con sus metabolitos (valor continuo), se utilizó la prueba T de Student para las categorías de 2 variables como edad gestacional (pretérmino y a término) y la prueba de análisis de la varianza (ANOVA) para las categorías de 3 variables o más como peso al nacer (peso insuficiente, peso adecuado y macrosómico) y peso al nacer con relación a la edad gestacional (PEG, AEG y GEG). El objetivo hallar una relación de las medias de los valores del arsénico urinario total y sus metabolitos en las categorías de las variables dependientes.

Se utilizó la prueba estadística del test de Chi cuadrado ( $X^2$ ) para la relación entre las variables categóricas de las características sociodemográficas y la categorización de la concentración urinaria total de arsénico (normal  $\leq 50$  ug/L, normal alto  $> 50$  ug/L).

Para todas las pruebas se utilizó un intervalo de confianza de 95% siendo que un valor  $p < 0.05$  es estadísticamente significativo. Se utilizó un

análisis de regresión lineal simple para evaluar la correlación entre el valor del peso al nacer (continuo con los niveles de concentración de U-tAs, U-iAs, MMA, DMA y coeficiente DMA/MMA).

## **CAPÍTULO IV**

### **DE LOS RESULTADOS**

#### **4.1. RESULTADOS**

En este estudio se incluyeron las gestantes de los distritos de la ciudad de Tacna ya señalados en el marco metodológico desde febrero hasta abril de 2019; después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo un total de 160 mujeres embarazadas que durante el transcurso de esta investigación se redujo a 146 gestantes debido a aborto, retiro o abandono. En los anexos se adjunta gráficos de resultados adicionales y relevantes aparte de los ya descritos en este capítulo.

TABLA N° 01

**CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS DE LAS MUJERES  
EMBARAZADAS EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE  
TACNA SEGÚN SU NIVEL DE ARSÉNICO,  
2019- 2020**

	Normal (≤ 50 ug/L)		Normal - Alto (> 50 ug/L)		Valor P
	N°	%	N°	%	
<b>Edad</b>					
Adolescente	2	2,4	9	14,29	<b>0,025</b>
Adulta	65	78,3	42	66,67	
Edad avanzada	16	19,3	12	19,05	
<b>Nivel educativo</b>					
Primaria	6	7,14	3	4,84	<b>0,68</b>
Secundaria	48	57,14	33	53,23	
Superior	30	35,71	26	41,94	
<b>Estado civil</b>					
Soltera	19	22,62	13	20,97	<b>0,97</b>
Conviviente	53	63,10	40	64,52	
Casada	12	14,29	9	14,52	
<b>Dependencia económica</b>					
Si (No trabaja)	54	64,29	37	59,68	<b>0,57</b>
No (Trabaja)	30	35,71	25	40,32	
<b>Microrred</b>					
Cono norte	17	20,24	23	37,10	<b>0,012</b>
Cono sur	33	39,29	10	16,13	
Metropolitano	29	34,52	23	37,10	
Otros	5	5,95	6	9,68	
<b>Años viviendo en Tacna</b>					
<10 años	26	30,95	15	24,19	<b>0,43</b>
10-20 años	22	26,19	22	35,48	
>20 años	36	42,86	25	40,32	
<b>Lugar de nacimiento</b>					
Tacna	34	40,48	32	51,61	<b>0,39</b>
Puno	35	41,67	20	32,26	
Otro	15	17,86	10	16,13	

## INTERPRETACIÓN

En la **TABLA N°01** se observa la relación estadística de las características sociodemográficas y la variable nivel de arsénico urinario total (U-tAs) dividido en los niveles normal ( $\leq 50$  ug/L) y normal alto ( $> 50$  ug/L). Se realizó el test Chi cuadrado ( $X^2$ ) al ser la comparación entre dos variables cualitativas.

El total de mujeres embarazadas con un valor de U-tAs en el valor normal  $\leq 50$  ug/L fue de 84 gestantes (58%) mientras que las mujeres embarazadas con un valor de U-tAs en el valor normal alto  $> 50$  ug/L fue de 62 gestantes (42%).

Con respecto a la variable grupo etario, se obtuvo una relación estadísticamente significativa (valor  $p=0,025$ ) entre el U-tAs y grupo etario, lo resaltante fue la presencia de 9 gestantes adolescentes en el nivel de normal alto de U-tAs  $> 50$  ug/L a comparación de 2 gestantes adolescentes en el nivel de normal  $\leq 50$  ug/L.

Otra característica que salió significativa fue la variable microrred de salud con (valor  $p=0,012$ ), la microrred con mayor número de mujeres

embarazadas con un valor normal alto fue la de cono norte y metropolitano con un total de 23 gestantes para cada uno.

Asimismo, las variables nivel educativo, estado civil, dependencia económica, años viviendo en Tacna y lugar de nacimiento en relación con el valor de U-tAs, no se encontró una relación estadísticamente significativa (valor  $p=0,68$ ; valor  $p=0,97$ ; valor  $p=0,57$ ; valor  $p=0,43$  y valor  $p=0,39$  respectivamente) entre estas variables con el valor de U-tAs.

**TABLA N° 02**

**CARACTERÍSTICAS MATERNAS DE LAS MUJERES EMBARAZADAS  
EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA SEGÚN  
SU NIVEL DE ARSÉNICO,  
2019-2020**

	Normal (≤ 50 ug/L)		Normal - Alto (> 50 ug/L)		Valor P
	N°	%	N°	%	
<b>Estado nutricional</b>					
Desnutrida	2	2,41	1	1,61	<b>0,36</b>
Normal	26	31,33	28	45,16	
Sobrepeso	32	38,55	21	33,87	
Obesa	23	27,71	12	19,35	
<b>Gravidez</b>					
Primigesta (0)	28	33,73	27	43,55	<b>0,22</b>
Multigesta (1-4)	55	66,27	35	56,45	
<b>Número de controles prenatales</b>					
<6	73	86,90	53	85,48	<b>0,80</b>
>=6	11	13,10	9	14,52	
<b>Sexo</b>					
Masculino	43	51,19	34	54,84	<b>0,66</b>
Femenino	41	48,81	28	45,16	

**INTERPRETACIÓN**

En la **TABLA N°02** se describe la relación estadística entre el sexo del recién nacido y las características maternas con el nivel de U-tAs. La distribución de las mujeres embarazadas según el valor de U-tAs se describen en la **TABLA N°03** y en los **ANEXOS**.

En las variables estado nutricional, gravidez, número de controles prenatales y sexo del recién nacido, no se encontró una relación estadísticamente significativa (valor  $p=0,39$ ; valor  $p=0,22$ ; valor  $p=0,80$  y valor  $p=0,66$  respectivamente)

**TABLA N° 03**

**ESTADÍSTICAS RESUMIDAS DE LA RELACIÓN DEL ARSÉNICO URINARIO Y SUS DERIVADOS CON LAS CATEGORÍAS DEL PESO AL NACER EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020**

	Población	Peso insuficiente	Peso adecuado	Macrosómico	Valor P
<b>N</b>	<b>145</b>	<b>9</b>	<b>103</b>	<b>33</b>	<b>-</b>
<b>U-tAs</b>	52,81 ± 33,37	46,82 ± 25,87	52,26 ± 34,08	55,32 ± 33,69	<b>0,78</b>
<b>U-iAs</b>	8,15 ± 7,33	7,81 ± 7,42	7,84 ± 6,68	8,94 ± 9,14	<b>0,75</b>
<b>MMA</b>	4,25 ± 3,84	4,24 ± 3,76	4,32 ± 4,08	3,92 ± 3,07	<b>0,87</b>
<b>DMA</b>	21,89 ± 16,61	20,27 ± 9,55	21,83 ± 17,47	22,27 ± 15,85	<b>0,94</b>
<b>Coef. DMA/MMA</b>	7,01 ± 4,57	9 ± 8,23	6,76 ± 4,01	7,38 ± 4,94	<b>0,33</b>

U-tAs = Arsénico urinario total  
 U-iAs = Arsénico urinario inorgánico  
 MMA= Ácido monometilarsónico  
 DMA= Ácido dimetilarsínico.

**INTERPRETACIÓN**

Se obtuvo solo un 1 caso de bajo peso al nacer a término, por lo cual esta variable cualitativa no se consideró dentro del proceso estadístico, su nivel de U-tAs fue 80,78 ug/L. En la **Tabla N°03** se observa la diferencia entre las medias del nivel del arsénico y sus metabolitos con los niveles de la variable peso al nacer usando el análisis de varianza (ANOVA) al ser una variable con 3 niveles.

La media aritmética de la concentración de U-tAs en la población muestreada fue de 52,81 ug/L con una desviación estándar aritmética (DEA) de 33,37 ug/L. Desde un punto de vista numérico, se puede observar una tendencia de aumento de la media del U-tAs conforme aumenta la categoría de peso del recién nacido; peso insuficiente con una media de  $46,82 \pm 25,87$  ug/L, peso adecuado con una media de  $52,26 \pm 34,08$  ug/L y macrosómico con una media  $55,32 \pm 33,69$  ug/L, no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de U-tAs (valor  $p=0,78$ ), según peso del recién nacido. El recién nacido con el peso más alto de 4950 gramos, su madre obtuvo un valor de U-tAs de 36,33 ug/L.

Con respecto al U-iAs, se obtuvo una media aritmética de la muestra de 8,15 ug/L con una desviación estándar aritmética (DEA) de 7,33 ug/L. De la misma manera, se obtuvo una tendencia positiva al igual que el U-tAs conforme aumenta la categoría de peso del recién nacido; peso insuficiente con una media de  $7,81 \pm 7,42$  ug/L, peso adecuado con una media de  $7,84 \pm 6,68$  ug/L y macrosómico con una media de  $8,94 \pm 9,14$ , no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los niveles de U-iAs (valor  $p=0,75$ ) según peso del RN.

En el caso del metabolito MMA, se obtuvo una media aritmética de la muestra de 4,25 ug/L con una desviación estándar aritmética (DEA) de

3,84 ug/L. No se encontró una tendencia con el aumento de peso; peso insuficiente con una media de  $4,24 \pm 3,76$  ug/L, peso adecuado con una media de  $4,23 \pm 4,08$  ug/L y macrosómico con una media de  $3,92 \pm 3,07$  ug/L, no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los niveles de MMA (valor  $p= 0,87$ ) según el peso del RN.

Asimismo, en el metabolito DMA, se obtuvo una media aritmética de la muestra de 21,89 ug/L con una desviación estándar aritmética (DEA) de 16,61 ug/L, se encontró una tendencia positiva conforme aumenta la categoría de peso del recién nacido; peso insuficiente con una media de  $20,27 \pm 9,55$  ug/L, peso adecuado con una media  $21,83 \pm 17,47$  ug/L y macrosómico con una media  $22,27 \pm 15,85$  ug/L, no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los niveles de DMA (valor  $p= 0,94$ ), según el peso del RN.

Como último, con el coeficiente DMA/MMA, se obtuvo una media aritmética de la muestra de 7,01 más una desviación estándar aritmética (DEA) de 4,57; peso insuficiente con una media de  $9 \pm 8,23$ , peso adecuado con una media de  $6,76 \pm 4,01$  y macrosómico con una media de  $7,38 \pm 4,94$ , no se encontró diferencias entre las medias de los niveles de DMA/MMA (valor  $p=0,33$ ), según peso del RN.

**TABLA N° 04**

**ESTADÍSTICAS RESUMIDAS DE LA RELACIÓN DEL ARSÉNICO URINARIO Y SUS METABOLITOS CON LAS CATEGORÍAS DE EDAD GESTACIONAL AL NACER EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019 -2020**

	<b>Población</b>	<b>Pretérmino</b>	<b>A término</b>	<b>Valor p</b>
<b>N</b>	146	6	140	-
<b>U-tAs</b>	52,81 ± 33,37	55,83 ± 19,09	52,68 ± 33,89	0,19
<b>U-iAs</b>	8,15 ± 7,32	11,12 ± 8,0	8,02 ± 7,29	0,62
<b>MMA</b>	4,25 ± 3,84	6,17 ± 4,16	4,17 ± 3,82	0,63
<b>DMA</b>	21,89 ± 16,61	26,76 ± 11,32	21,68 ± 16,79	0,38
<b>Coef. DMA/MMA</b>	7,01 ± 4,57	5,84 ± 3,2	7,06 ± 4,62	0,41

U-tAs = Arsénico urinario total

U-iAs = Arsénico urinario inorgánico

MMA= Ácido monometilarsónico

DMA= Ácido dimetilarsínico.

Todos los valores están expresados en (ug/L)

**INTERPRETACIÓN**

En la **TABLA N°04** se observa la asociación estadística entre el arsénico urinario y sus metabolitos con los niveles de la variable edad gestacional. Se utilizó la prueba estadística T de Student al ser una variable con 2 niveles. Las medias aritméticas de la muestra con respecto a la concentración de U-tAs y sus metabolitos ya se describió en la interpretación de la **TABLA N°03**.

En la relación de U-tAs y los niveles de edad gestacional, se obtuvo una media de  $55,83 \pm 19,0$  en el nivel de pretérmino que representa un valor mayor a la media observada en el nivel de a término con  $52,68 \pm 33,89$ . Sin embargo, no se halló una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de ambos niveles de U-tAs (valor  $p=0,19$ ). según la edad gestacional del RN, pero fue la más la de mayor valor estadístico a comparación de los metabolitos del U-tAs.

Con respecto al U-iAs, se obtuvo una media en el nivel de pretérmino en  $11,12 \pm 8$  ug/L que fue mayor a la media obtenida en el nivel de a término con un valor de  $8,02 \pm 7,29$  ug/L, no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las medias del nivel de U-iAs, según la edad gestacional del RN. (valor  $p=0,62$ ).

Asimismo, en el caso de los metabolitos MMA y DMA, se obtuvo una media en el nivel de pretérmino de  $6,17 \pm 4,16$  ug/L y  $26,76 \pm 11,32$  ug/L respectivamente, la media en el nivel de a término fue de  $4,17 \pm 3,82$  ug/L y  $21,68 \pm 16,79$  ug/L respectivamente, no se encontró diferencias estadísticamente significativas (valor  $p=0,63$  y valor  $p=0,38$ ), entre las medias según la edad gestacional del RN.

En el caso del coeficiente DMA/MMA, se obtuvo una media en el nivel de pretérmino de  $5,84 \pm 3,2$  y una media en el nivel de a término de  $7,06 \pm 4,62$  sin diferencias estadísticamente significativas (valor  $p= 0.41$ ), entre las medias según la edad gestacional del RN.

**TABLA N° 05**

**ESTADÍSTICAS RESUMIDAS DE LA RELACIÓN DEL ARSÉNICO URINARIO Y SUS METABOLITOS CON LAS CATEGORÍAS DE PESO/EDAD GESTACIONAL AL NACER EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020**

	<b>Población</b>	<b>PEG</b>	<b>AEG</b>	<b>GEG</b>	<b>Val p</b>
<b>N</b>	<b>146</b>	<b>7</b>	<b>96</b>	<b>43</b>	<b>-</b>
<b>U-tAs</b>	52,81 ± 33,37	51,83 ± 26,62	52,72 ± 34,54	53,17 ± 32,33	0,99
<b>U-iAs</b>	8,15 ± 7,32	6,3 ± 5,82	8,06 ± 6,89	8,65 ± 8,49	0,72
<b>MMA</b>	4,25 ± 3,84	4,39 ± 4,41	4,25 ± 4,05	4,25 ± 3,3	0,99
<b>DMA</b>	21,89 ± 16,61	24,77 ± 14,35	21,19 ± 17,18	22,98 ± 15,86	0,75
<b>Coef. DMA/MMA</b>	7,01 ± 4,57	8,86 ± 7,13	6,83 ± 4,41	7,13 ± 4,49	0,51

U-tAs = Arsénico urinario total  
 U-iAs = Arsénico urinario inorgánico  
 MMA= Ácido monometilarsónico  
 DMA= Ácido dimetilarsínico.  
 Todos los valores están expresados en (ug/L)

**INTERPRETACIÓN**

En la **TABLA N°05** se observa la asociación estadística entre el arsénico urinario y sus metabolitos con los niveles de la variable peso/edad gestacional. Se utilizó la prueba estadística análisis de varianza (ANOVA) al ser una variable con 3 niveles. Las medias aritméticas de la muestra con respecto a la concentración de U-tAs y sus metabolitos ya se describieron en la interpretación de la **TABLA N°01**.

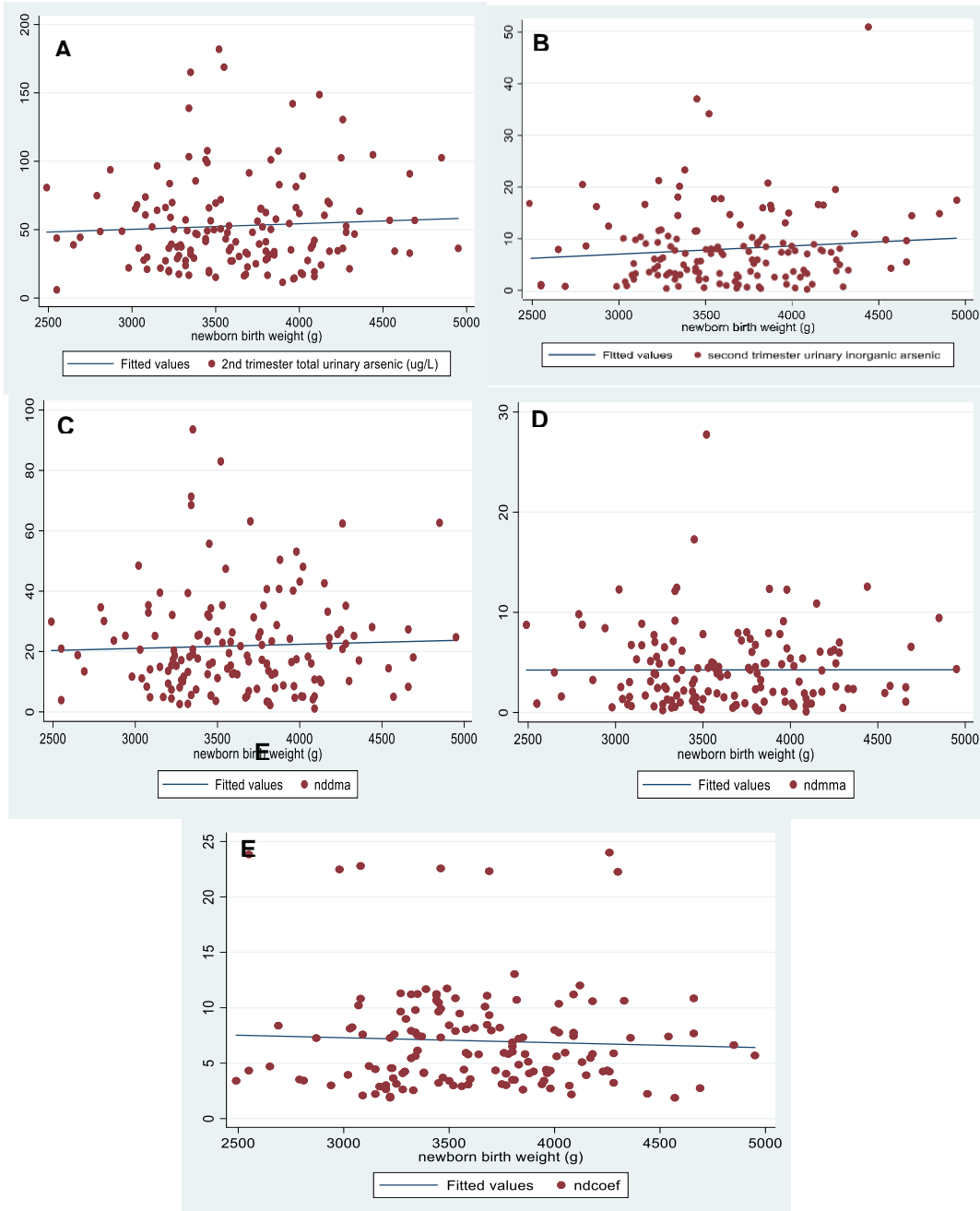
Con respecto al U-tAs, se puede observar una tendencia positiva conforme aumenta el nivel de la variable peso/edad gestacional; PEG con una media de  $51,83 \pm 26,62$  ug/L, AEG con una media de  $52,72 \pm 34,54$  ug/L y GEG con una media  $53,17 \pm 32,33$  ug/L, no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las medias del nivel de U-tAs, según peso para edad gestacional del RN (valor  $p=0,99$ ).

Asimismo, con el U-iAs, al igual que con el U-tAs, se observa una tendencia positiva conforme aumenta el nivel de la variable peso/edad gestacional; PEG con una media de  $6,3 \pm 5,82$ , AEG con una media de  $8,06 \pm 6,89$  y GEG con una media de  $8,65 \pm 8,49$ ; no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las medias del nivel U-iAs, según el peso para edad gestacional del RN.

En el caso de los metabolitos MMA y DMA, se obtuvo una media en el nivel PEG de  $4,39 \pm 4,41$  ug/L y  $24,77 \pm 14,35$  ug/L respectivamente, en AEG una media  $4,25 \pm 4,05$  y  $21,19 \pm 17,18$  y en PEG con una media de  $4,25 \pm 3,33$  y  $22,98 \pm 15,86$  respectivamente. No se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las medias según el peso para edad gestacional del RN, (valor  $p=0,99$  y valor= $p$  0,75 respectivamente).

El coeficiente DMA/MMA obtuvo la asociación estadística más robusta pero no significativa (valor  $p=0,51$ ), con una media en el nivel PEG de  $8,86 \pm 7,13$ , una media en el nivel AEG con  $6,83 \pm 4,41$  y una media a nivel GEG de  $7,13 \pm 4,49$ .

**GRÁFICO N° 01**  
**CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE PESO AL NACER Y VALORES**  
**DE ARSÉNICO URINARIO TOTAL MÁS SUS METABOLITOS**  
**EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA,**  
**2019-2022**



## INTERPRETACIÓN

En el **GRÁFICO N°01** se muestra la regresión lineal entre las variables peso al nacer y el arsénico urinario total más sus metabolitos.

En el **gráfico A** se observa la relación entre el peso del nacimiento y la concentración urinaria de arsénico total, se obtuvo una correlación directa o positiva de 0,0585 y un valor  $p=0,4831$  que no fue significativo.

En el **gráfico B** se observa la relación entre el peso del nacimiento y la concentración urinaria de arsénico inorgánico, se obtuvo una correlación directa o positiva de 0,1034 y un valor  $p=0,2141$  que no fue significativo

En el **gráfico C** se observa la relación entre el peso del nacimiento y la concentración del metabolito DMA, se obtuvo una correlación directa o positiva de 0,0397 y un valor  $p=0,6347$  que no fue significativo

En el **gráfico D** se observa la relación entre el peso del nacimiento y la concentración del metabolito MMA, se obtuvo una correlación directa o positiva de 0,0016 y un valor  $p= 0,9847$  que no fue significativo.

En el **gráfico E** se observa la relación entre el peso del nacimiento y el coeficiente DMA/MMA, se obtuvo una correlación indirecta o negativa de - 0,0476 y un valor  $p=0,5683$ .

## 4.2. DISCUSIÓN

Dentro de lo estadísticamente significativo, se obtuvo un hallazgo interesante dentro de las características sociodemográficas, se logró una asociación estadísticamente significativa entre el grupo etario y el valor de arsénico urinario total con un valor  $p=0,025$ , donde se observa una mayor prevalencia de gestantes adolescentes en el grupo de arsénico urinario normal alto. En teoría, Rishikesk (25) estipula que las adolescentes embarazadas tienen un alto riesgo biológico y nutricional, es común encontrar una deficiencia de vitamina B12 y folato en este grupo etario, esto se relaciona con un estudio en donde se verificó una disminución considerable de la concentración sérica de B12 y folato desde la mitad de la gestación hasta el momento del parto según Finkelstein (26). Esto puede dar una explicación a que exista una mayor prevalencia de gestantes adolescentes en el grupo de U-tAs más alto ( $> 50 \text{ ug/L}$ ) debido a una menor eficiencia del metabolismo del arsénico por un bajo nivel de B12 y folato que comprende ese grupo etario.

Asimismo, se obtuvo una asociación estadísticamente significativa entre la variable microrred de salud y la concentración urinaria de arsénico total con un valor  $p=0,012$ . Según Fano (27), Tacna representa una de los departamentos del Perú con mayor nivel de arsénico en agua potable según un estudio que determinó valores  $> 100 \text{ ug/L}$ , principalmente en la

provincia de Candarave. En el caso de la ciudad de Tacna, los distritos con mayor nivel de arsénico de agua potable fueron Alto de la Alianza, Ciudad y Pocollay que presentaron valores entre 10 – 50 ug/L, un valor que supera el límite dado por la OMS. Esto es congruente con nuestro estudio en donde las microrredes de Cono Norte y Metropolitano representaron la mayor cantidad de mujeres embarazados con un valor normal alto > 50 ug/L de arsénico total en orina.

Según el promedio de U-tAs en las gestantes de la muestra de este estudio se obtiene un valor de 52,81 ug/L. Esto se considera según la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición (NHANES) (28) y la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) (29) como un valor “normal alto” (> 50 ug/L) ya que se considera que a partir de este valor pueden existir riesgos leves para la salud (30,31). Esta media es aproximadamente 3 veces mayor comparado con un estudio transversal de gestantes con una muestra de 230 participantes en Arica, Chile con una media de U-tAs de 14,95 ug/L según Muñoz (32) y 5 veces mayor comparado con un estudio de una cohorte del Estudio Nacional de Niños en Estados Unidos con una muestra de 212 participantes con una media de U-tAs de 7,77 ug/L según Shih (33). A la vez que es 3 veces menor comparado con una muestra de 3426 gestantes en Matlab, Bangladesh conocido como la zona con mayor nivel de arsénico en agua

potable en el mundo ( $>0,05$  mg/L) con un promedio de U-tAs de 152 ug/L según Vahter (34).

A pesar de los niveles relativamente altos de U-tAs y sus metabolitos en nuestra población, no se encontró una asociación estadísticamente significativa con los resultados del nacimiento. Sin embargo, hay que acotar que la relación más robusta pero no significativa fue la del U-tAs y la edad gestacional, donde se observa un mayor nivel de U-tAs y U-iAs en la categoría de pretérmino con una media respectiva de 55,83 ug/L y 11,12 ug/L a comparación de la categoría de a término con una media respectiva de 52,68 ug/L y 8,02 ug/L. Esto es consistente con una revisión sistémica de Howe (35), en donde se investigó la exposición crónica al arsénico en los resultados adversos del embarazo, en esta revisión se encontró 3 estudios que evalúan la asociación de la exposición al arsénico con el parto prematuro, se observó un mayor riesgo de parto prematuro entre la población expuesta al arsénico a comparación con la población no expuesta, pero no fue estadísticamente significativa. Otros estudios de la misma forma informaron una relación significativa entre la posible disminución de la edad gestacional y la exposición al arsénico, pero con usando tres parámetros como agua potable, la orina y la sangre materna (36-38). A la vez en otro estudio con mayor muestra se asoció el arsénico (agua, orina y en uñas) con los resultados del nacimiento en una

cohorte de mujeres embarazadas de bajos recursos económicos en Los Ángeles en donde se obtuvo una disminución de edad gestacional de 0,6 semanas asociada a niveles elevados de arsénico urinario (36-39).

Con respecto al peso del nacimiento, no se encontró una asociación estadísticamente significativa; sin embargo, en la **TABLA N°01** se observa tendencia de aumento de la media conforme aumenta el peso según las categorías de peso al nacimiento. Esto se puede deber a un oscurecimiento del análisis estadístico a no considerar factores externos como el gran índice de GEG en la ciudad de Tacna como se observa en un estudio donde el Hospital Hipólito Unanue de Tacna ocupa el segundo lugar a nivel nacional de 29 hospitales con una prevalencia de 20.83% de GEG de los recién nacidos según un estudio de Ticona (40). Una posible causa de la gran prevalencia de GEG es que gran parte de la población de este estudio se considera aymara en un 50% (41). Este dato es congruente con un estudio que sugiere que el aumento de la talla y peso al nacer se considera como una medida de protección a los recién nacidos expuestos a hipoxia cuando el embarazo ocurre a grandes alturas donde normalmente habita la etnia aymara. Sin embargo, también se sospecha que existen factores genéticos o epigenéticos ya que este fenómeno también sucede en aymaras que viven al nivel del mar (42)

Esta investigación, presenta varias fortalezas y limitaciones; se pudo medir por primera vez la concentración de U-tAs y sus metabolitos en una población en donde anteriormente solo se conocían los valores de arsénico en el agua. A la vez que existían pocos estudios que evaluaban la exposición crónica al arsénico y su impacto en la salud de la población usando parámetros como el U-tAs y sus metabolitos. Estos nuevos datos dan una base teórica sobre el conocimiento de la concentración promedio de U-tAs y sus metabolitos en las gestantes de los distritos de la ciudad de Tacna, ya que se ha demostrado que el parámetro de U-tAs más sus metabolitos (U-iAs, MMA, DMA) son más fidedignos para establecer una relación sólida con los resultados del nacimiento que con el nivel de As de agua potable.

Dentro de las limitaciones es que se obtuvo un total de 146 participantes al final del estudio lo cual puede disminuir considerablemente la robustez del análisis estadístico. Otra posible limitación es la gran prevalencia de la etnia aymara en donde se ha descubierto que existen genes y polimorfismos que afectan el metabolismo, en especial el ASMT-3 (43), mejorando la metilación del arsénico en compuestos menos tóxicos para el organismo.

A pesar de estas debilidades, este estudio puede servir como una descripción de datos interesantes para posteriores investigaciones sobre la exposición crónica del arsénico en las mujeres embarazadas de la ciudad de Tacna.

## CONCLUSIONES

- No existe una relación entre el nivel de arsénico urinario total y sus compuestos con los resultados del peso al nacer en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.
- No existe una relación el nivel de arsénico urinario total y los resultados de edad gestacional al nacer en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.
- No existe una relación entre el nivel de arsénico urinario total y sus compuestos con los resultados de peso para edad gestacional al nacer en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.
- Existe una relación entre el nivel de arsénico urinario total con las características maternas grupo etario y microrred de salud según su nivel de arsénico en orina en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda un estudio de cohortes para un seguimiento más efectivo de la gestante y establecer una causalidad entre ambas variables de este estudio.
- Se recomienda utilizar parámetros diferentes como concentración de arsénico en uñas, en sangre materna o en orina especiada para obtener para compararlos y evaluar cual tiene mayor validez.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Quansah R, Armah F, Essumang D, Luginaah I, Clark E, Marfoh K, et al. Association of arsenic with adverse pregnancy outcomes/infant mortality: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect.* 2015;123(5):412-421. DOI: 10.1289/ehp.1307894
2. Rahman A, Persson L, Nermell B, Arifeen S, Ekstrom E, Smith A, et al. Arsenic exposure and risk of spontaneous abortion, stillbirth, and infant mortality. *Epidemiology.* 2010;21(6):797-804. DOI: 10.1097/EDE.0b013e3181f56a0d
3. Shih Y, Islam T, Hore S, Sarwar G, Shahriar M, Yunus M, et al. Associations between prenatal arsenic exposure with adverse pregnancy outcome and child mortality. *Environmental research,* 2017; 158, 456-461. DOI: 10.1016/j.envres.2017.07.004
4. Liu H, Lu S, Zhang B, Xia W, Liu W, Peng Y, et al. Maternal arsenic exposure and birth outcomes: A birth cohort study in Wuhan, China. *Environ Pollut.* 2018; 236:817-823. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.02.012
5. Castro de Esparza, M. The presence of arsenic in drinking water in Latin America and its effect on public health. *Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences.* 2008; 20-24. Disponible en:

<https://pdfs.semanticscholar.org/2814/ff8a1ab5a3a7b6dd0816249f5b3ee1ae185.pdf>

6. Franco, Alberto & Ponce, Silvia & Rodríguez, Juan. Actividad hidrogeológica del sur del Perú, una evaluación situacional de las cuencas de sama y locumba. *Revista Científica TECNIA*. 2017; 22.43 DOI:10.21754/tecnica.v22i1.89.
7. Ticona Castro M, Tejada Vásquez E, Vargas Escobedo H. Contaminación del agua potable con arsénico y frecuencia del cáncer en la ciudad de Tacna 2010-2011. *Rmb* 29abr.2019;6(1):4-. DOI: <https://doi.org/10.33326/26176068.2012.1.461>
8. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Toxicological Profile for Arsenic. Department of of Health and Human Services, Public Health Service; Washington, DC, USA: 2007. Disponible en: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.pdf>
9. Molin M, Ulven S, Meltzer H, Alexander J. Arsenic in the human food chain, biotransformation and toxicology--Review focusing on seafood arsenic. *J Trace Elem Med Biol*. 2015; 31:249-259. DOI: 10.1016/j.jtemb.2015.01.010
10. EFSA (European Food Safety Authority) Scientific Opinion on Arsenic in Food. *EFSA J*. 2009;7(10):60–71. Disponible en: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.135>

11. Concha G, Vogler G, Lezcano D, Nermell B, Vahter M. Exposure to inorganic arsenic metabolites during early human development. *Toxicol Sci.* 1998;44(2):185-190. DOI: 10.1006/toxs.1998.2486
12. WHO (World Health Organization) Guidelines for Drinking-water Quality: Incorporating First and Second Addenda to Third Edition. Vol. 1-Recommendations. Geneva: WHO Press. 2008. Disponible en:[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3/en/index.html)
13. McClintock T, Chen Y, Bundschuh J, Oliver J, Navoni J, Olmos V, et al. Arsenic exposure in Latin America: biomarkers, risk assessments and related health effects. *Sci Total Environ.* 2012; 429:76-91. DOI: 10.1016/j.scitoenv.2011.08.051
14. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: Substance Priority List. Atlanta, GA: ATSDR. 2017b. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/SPL/index.html>
15. International Agency for Research on Cancer. Arsenic, Metals, Fibres and Dusts. A Review of Human Carcinogens. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization; Geneva, Switzerland,2012; Disponible en: <https://publications.iarc.fr/120>
16. Ministerio de Salud. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Lima: Dirección General de Salud Ambiental,2011;

Disponible: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento\\_calidad\\_agua](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua).

17. George C, Sima L, Jahaira Arias H, Mihalic J, Cabrera L, Danz D, et al. Arsenic exposure in drinking water: an unrecognized health threat in Perú. 2014; 92(8) 545-620. Disponible en: <http://www.who.int/bulletin/volumes/92/8/13-128496-ab/es/>>.
18. Chiang H, Guo H, Hong C, Lin S, Lee E. The incidence of bladder cancer in the black foot disease endemic area in Taiwan. *Br J Urol*. 1993;71(3):274-278. DOI:10.1111/j.1464-410x.1993.tb15942.x
19. Rossman T, Uddin A, Burns F. Evidence that arsenite acts as a cocarcinogen in skin cancer. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2004;198(3):394-404. DOI:10.1016/j.taap.2003.10.016
20. Ferreccio C, González C, Milosavjevic V, Marshall G, Sancha M, Smith A. "Lung Cancer and Arsenic Concentrations in Drinking Water in Chile." *Epidemiology*. 2000;11(6):673-679. DOI: 10.1097/00001648-200011000-00010
21. Hopenhayn-Rich C, Biggs M, Smith A, Kalman D, Moore L. Methylation study of a population environmentally exposed to arsenic in drinking water. *Environ Health Perspect*. 1996;104(6):620–628. DOI: 10.1289/ehp.96104620
22. Smith A, Arroyo A, Mazumder D, Kosnett M, Hernandez A, Beeris M, et al. Arsenic-induced skin lesions among Atacameno people in Northern

- Chile despite good nutrition and centuries of exposure. *Environ. Health Perspect.* 2000;108, 617–620. DOI: 10.1289/ehp.00108617
23. García-Alvarado F, Neri-Meléndez H, Pérez Armendáriz L, Rivera Guillen M. Polimorfismos del gen Arsénico 3 Metiltransferasa (As3MT) y la eficiencia urinaria del metabolismo del arsénico en una población del norte de México. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública.* 2018;35(1), 72-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.351.3565>.
24. Descriptores en Ciencias de la Salud: DeCS [Internet]. ed. 2017. Sao Paulo (SP): BIREME / OPS / OMS. 2017 [actualizado 2017 May 18; citado 2017 Jun 13]. Disponible en: <http://decs.bvsalud.org/E/homepagee.htm>
25. Rishikesh V Behere, Chittaranjan S Yajnik, Low vitamin B-12–high folate status in adolescents and pregnant women may have deleterious effects on health of the offspring, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 113, Issue 4, April 2021, Pages 1057–1059, <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab007>
26. R Finkelstein JL, Guillet R, Pressman EK, et al. Vitamin B<sub>12</sub> Status in Pregnant Adolescents and Their Infants. *Nutrients.* 2019;11(2):397. Published 2019 Feb 13. doi:10.3390/nu11020397

27. Fano D, Vásquez-Velásquez C, Ramirez-Atencio C, Yucra S, Gonzales GF. Reproductive outcomes in pregnant women and its association with arsenic contamination in drinking water, in a region characterized by high birth weight rates in Peru. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2021;34(23):3997-3999. doi:10.1080/14767058.2019.1702946
28. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) *Arsenic and soluble inorganic compounds [CD-ROM]*. Cincinnati: ACGIH; 2001.
29. Caldwell KL, Jones RL, Verdon CP, Jarrett JM, Caudill SP, Osterloh JD. Levels of urinary total and speciated arsenic in the US population: National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2004. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2009;19(1):59-68. doi:10.1038/jes.2008.32.
30. Tseng CH, Huang YK, Huang YL, et al. Arsenic exposure, urinary arsenic speciation, and peripheral vascular disease in blackfoot disease-hyperendemic villages in Taiwan [published correction appears in *Toxicol Appl Pharmacol.* 2006 Mar 1;211(2):175]. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2005;206(3):299-308. doi:10.1016/j.taap.2004.11.022.
31. Valenzuela OL, Borja-Aburto VH, Garcia-Vargas GG, et al. Urinary trivalent methylated arsenic species in a population chronically

- exposed to inorganic arsenic. *Environ Health Perspect.* 2005;113(3):250-254. doi:10.1289/ehp.7519
32. Muñoz MP, Valdés M, Muñoz-Quezada MT, Lucero B, Rubilar P, Pino P, Iglesias V. Urinary inorganic arsenic concentration and gestational diabetes mellitus in pregnant women from Arica, Chile. *Int J Environ Res Public Health.* 2018 doi: 10.3390/ijerph15071418.
33. Shih YH, Scannell Bryan M, Argos M. Association between prenatal arsenic exposure, birth outcomes, and pregnancy complications: An observational study within the National Children's Study cohort. *Environ Res.* 2020;183:109182. doi:10.1016/j.envres.2020.109182.
34. Vahter ME, Li L, Nermell B, et al. Arsenic exposure in pregnancy: a population-based study in Matlab, Bangladesh. *J Health Popul Nutr.* 2006;24(2):236-245.
35. Howe CG, Farzan SF, Garcia E, et al. Arsenic and birth outcomes in a predominately lower income Hispanic pregnancy cohort in Los Angeles. *Environ Res.*
36. Xu L, Yokoyama K, Tian Y, et al. Decrease in birth weight and gestational age by arsenic among the newborn in Shanghai, China. *Nihon Koshu Eisei Zasshi.* 2011;58(2):89-95.
37. Claus Henn B, Ettinger AS, Hopkins MR, et al. Prenatal Arsenic Exposure and Birth Outcomes among a Population Residing near a

- Mining-Related Superfund Site. *Environ Health Perspect* 2016;124(8):1308-1315. Doi :10.1289/ehp.1510070
38. Laine JE, Bailey KA, Rubio-Andrade M, et al. Maternal arsenic exposure, arsenic methylation efficiency, and birth outcomes in the Biomarkers of Exposure to ARsenic (BEAR) pregnancy cohort in Mexico. *Environ Health Perspect.* 2015;123(2):186-192. doi:10.1289/ehp.1307476
39. Milton AH, Hussain S, Akter S, Rahman M, Mouly TA, Mitchell K. A Review of the Effects of Chronic Arsenic Exposure on Adverse Pregnancy Outcomes. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(6):556. Published 2017 May 23. doi:10.3390/ijerph14060556.
40. Ticona-Rendón, Manuel & Huanco, Diana. (2019). Macrosomía fetal en el Perú, prevalencia, factores de riesgo y resultados perinatales. *Ciencia & Desarrollo.* 59-62. 10.33326/26176033.2006.10.200.
41. Fano-Sizgorich D, Vásquez-Velásquez C, Yucra S, et al. Total Urinary Arsenic and Inorganic Arsenic Concentrations and Birth Outcomes in Pregnant Women of Tacna, Peru: A Cross-Sectional Study. *Expo Health.* 2021;13(1):133-140. doi:10.1007/s12403-020-00377-2
42. Rothhammer F, Fuentes-Guajardo M, Chakraborty R, Lorenzo Bermejo J, Dittmar M. Neonatal variables, altitude of residence and Aymara ancestry in northern Chile. *PLoS One.*

2015;10(4):e0121834. Published 2015 Apr 17.

doi:10.1371/journal.pone.0121834

43. Harari F, Engström K, Concha G, Colque G, Vahter M, Broberg K. N-6-adenine-specific DNA methyltransferase 1 (N6AMT1) polymorphisms and arsenic methylation in Andean women. *Environ Health Perspect.* 2013;121(7):797-803. doi:10.1289/ehp.1206003

# **ANEXOS**

**ANEXO 1  
INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**CUESTIONARIO SOCIODEMOGRÁFICO**

---

**Título del estudio: Nivel de arsénico en orina en gestantes y su impacto en los resultados del nacimiento en la provincia de Tacna, 2019 - 2020**

---

**Investigador: Bach. Alonso Ismael Plata Mollinedo**

---

**Institución: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann**

---

Entrevistador:.....

Fecha:.....Código de la participante:.....

**DATOS DE LA PARTICIPANTE:**

Nombres:.....

Apellidos:.....

Dirección:.....

1. Lugar de residencia: Dpto: ..... Prov: ..... Distrito:.....

2. Tiempo de residencia en el lugar: .....

3. Lugar de nacimiento: Dpto: ..... Prov: .....

Distrito: .....

4. Fecha de nacimiento: ..... Edad: ..... (años)

5. Peso: .....kg Talla: .....m IMC: .....kg/m<sup>2</sup>

6. ¿Ha tenido usted hijos?

1) No ( )

2) Sí ( )

7. Grado de instrucción:

- 1) Sin instrucción ( )
- 2) Primaria ( )
- 3) Secundaria ( )
- 4) Superior ( )

8. Estado civil:

- 1) Soltera ( )
- 2) Conviviente ( )
- 3) Casada ( )
- 4) Viuda ( )

9. ¿Usted trabaja? (Marque con una X donde corresponda)

- 1) Sí ( )
- 2) No ( )

10. Fecha de ultima menstruación: .....

11. Numero de gestaciones previas: .....

12. Fecha de ultimo parto:.....

## ANEXO 2

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### DATOS RELEVANTES:

Nombres: .....

Apellidos: .....

Código: .....

Historia Clínica: .....

Fecha del parto: .....

#### FACTORES DE RIESGO

**SOCIODEMOGRÁFICOS:** Edad Materna: .....años

Grado de instrucción: ( ) Ninguno ( ) Primaria ( ) Secundaria ( ) Superior

Estado Civil: ( ) Soltera ( ) Casada ( ) Conviviente

Ocupación: ( ) Estudia ( ) Su casa

( ) Trabaja:.....

Residencia: ( ) Rural ( ) Urbana

#### FACTORES NUTRICIONALES:

Peso..... Talla: ..... m IMC: .....kg/m<sup>2</sup>

#### FACTORES OBSTÉTRICOS:

Paridad: .....

Abortos: .....

Edad Gestacional: ..... semanas

#### FACTORES PERINATALES:

Sexo del RN: ( ) Femenino ( ) Masculino

Peso al nacer: ..... gr

Pequeño para Edad Gestacional ( ) Adecuado para Edad Gestacional( )

Prematuro ( ) A término ( )

**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ORINA:**

Arsénico total de orina:.....

Arsénico inorgánico en orina: .....

DMA en orina:.....

MMA en orina:.....

Coeficiente DMA/MMA: .....

## ANEXO 3

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

**Título del estudio:** Nivel de arsénico en orina en gestantes y su impacto en los resultados de nacimiento de Tacna, 2019-2020

**Investigador(a):** Bach. Alonso Ismael Plata Mollinedo

**Institución:** Universidad Nacional Jorge Basadre

Grohmann **Propósito del estudio:**

Le estamos invitando a participar en un estudio para evaluar si el consumo de arsénico que se encuentra en el agua potable afecta negativamente el nacimiento de su bebé. Este es un estudio

El arsénico es un metal que se encuentra ampliamente distribuido por la tierra, el cual se ha encontrado en niveles peligrosos en distintos países del mundo, incluido el Perú, siendo Tacna una de las regiones más afectadas. Se ha comprobado que el consumo de elevadas cantidades de arsénico durante mucho tiempo conlleva al desarrollo de distintas enfermedades, como el cáncer, pero también posiblemente puede afectar el desarrollo del bebé en el vientre, lo cual lo predispone a nacer con bajo peso y/o prematuro. Es por ello que queremos saber si el consumo de agua potable de Tacna está afectando a los nacimientos.

Usaremos técnicas modernas para evaluar el efecto de consumir el agua potable con elevados niveles de arsénico sobre el nacimiento de los bebés.

La información que le estamos proporcionando, le permitirá decidir de manera informada si desea participar o no.

**Procedimientos:**

Si decide participar en este estudio se realizará lo siguiente:

1. Se realizarán 2 visitas, divididas en un lapso de 3 meses, previa coordinación con usted, para poder realizar la encuesta y/o cuestionario sociodemográfico y recolección de muestras de orina.
2. Se realizará una encuesta y/o cuestionario que constará de 23 preguntas para evaluar su nivel socio-demográfico, la cual se realizará únicamente durante la primera visita. Esta encuesta tiene una duración aproximada de 15 minutos. Usted es libre de no responder las preguntas que desee.
3. Durante el segundo trimestre de su embarazo, la visitaremos, previa coordinación con usted, para solicitarle una muestra de orina, para lo cual le brindaremos un frasco especial, el cual será llenado por usted en privacidad. Esta muestra requiere ser la primera orina de la mañana. Le pedimos que no consuma comida marina durante todo el día previo. Las muestras serán almacenadas en uno de los laboratorios participantes del estudio durante un año, la cual, una vez pasado este tiempo, será descartado por personal capacitado en el manejo de residuos biológicos.

**Beneficios:**

Se beneficiará al conocer la capacidad de su cuerpo para excretarlo, y si el consumo está afectando la salud de su bebe. Los resultados serán comunicados de manera confidencial y personal. Los costos del análisis serán cubiertos por el estudio.

**Confidencialidad:**

Le podemos garantizar que la información que usted brinde es absolutamente confidencial, ninguna persona, excepto el investigador que

manejara la información obtenida codificara las encuestas. En caso se publiquen los resultados del estudio, vuestra identidad no figurara.

Usted puede hacer todas las preguntas que desee antes de decidir si desea participar o no, las cuales responderemos gustosamente. Si, una vez que usted ha aceptado participar, luego se desanima o ya no desea continuar, puede hacerlo sin ninguna preocupación, no se realizaran comentario, ni habrá ningún tipo de acción en su contra.

**Derechos del participante:**

Si decide participar en el estudio, puede retirarse de este en cualquier momento, o no participar en una parte del estudio sin daño alguno.

Una copia de este consentimiento informado te será entregado.

**DECLARACION Y/O CONSENTIMIENTO**

Acepto voluntariamente participar en este estudio, comprendo las actividades en las que participare si decido ingresar al estudio, también entiendo que puedo decidir no participar y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

.....	.....
Nombres y Apellidos Participante	Fecha y Hora
.....	.....
Nombres y Apellidos Testigo	Fecha y Hora

## ANEXO 4

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR EXPERTOS

INDICADORES		JUECES		
		1	2	3
1	Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (Visión General)	5	4	5
2	Coherencia entre dimensión e indicadores (Visión General)	5	5	5
3	El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (Visión General)	5	5	4
4	Los ítems están redactados en forma clara y precisa sin ambigüedades (claridad y precisión)	5	5	5
5	Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencias)	5	5	5
6	Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)	5	4	5
7	Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez del contenido (validez)	5	4	5
8	Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)	5	4	4
9	Los ítems han sido redactados de los general a lo particular(orden)	5	5	4
10	Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)	5	5	5
11	Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)	5	5	4
12	Calidad de la redacción de los ítems (Visión General)	5	5	5
13	Grado de objetividad del instrumento (visión General)	5	5	5
14	Grado de relevancia del instrumento (Visión General)	5	4	4
15	Estructura técnica básica del instrumento (Organización)	5	4	5
<b>Puntaje total:</b>		75	69	70
<b>Puntaje porcentual:</b>		100	92	93.3

### ESCALA DE VALIDACIÓN:

0 -20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
Deficiente: el instrumento de investigación no es pertinente para lograr el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto de investigación.			Regular: el instrumento de investigación requiere reformulación de las preguntas para lograr los objetivos.	Excelente: el instrumento se encuentra apto para su aplicación.

### ÍNDICE DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO:

Se estructuro el cuestionario en un total de 15 preguntas con un espacio blanco para la puntuación desde 1 a 5 puntos, donde:

- 1= Inferior al básico
- 2= Básico
- 3= Intermedio
- 4= Sobresaliente
- 5= Muy sobresaliente.

La valoración final del cuestionario se hará de la siguiente forma:

-Sumatoria de todos los puntos = **Puntaje total**

-Sumatoria de todos los puntos/Sumatoria de todos los puntos máximos posibles (75) \* 100 = **Puntaje porcentual**

La validación de instrumentos por juicio de expertos se hará de la siguiente forma:

-Sumatoria de todos los puntajes porcentuales de cada juez/ Número de jueces= **Valoración final de la validación por juicio de expertos**

**Sumatoria de todos los puntajes porcentuales/3 = 95.11%**

**CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO:**

<b>Juez</b>	<b>Profesión y centro laboral</b>
Juez	Dra. en Salud Pública de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
Juez	Lic. en Biología con maestría en Fisiología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia
Juez	Med. Pediatra y Jefe del Servicio de Pediatría del Hospital Hipólito Unanue

**FIRMA**



.....  
**Obst. Diana Huanco Apaza**  
**Doctora en Salud Pública**  
**Investigadora RENACYT**

---

Juez 1



---

Juez 2




.....  
**DR. JULIO AGUILAR VILCA**  
**MEDICO PEDIATRA**  
**HOSPITAL HIPOLITO UNANUE**  
**CMP- 25208 RNE: 31526**

---

Juez 3

## ANEXO 5

### AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

 **REGION TACNA**  
DIRECCION REGIONAL SALUD | PROCESO RED SALUD

"AÑO DE LUCHA CONTRA LA CORRUPCION E IMPUNIDAD"

# AUTORIZACION

LA DIRECCION EJECUTIVA DE LA RED DE SALUD, DE LA DIRECCION REGIONAL DE SALUD TACNA, AUTORIZA A:

**DIEGO FANO SIZGORICH**  
**CINTHYA MARGARITA VASQUEZ VELASQUEZ**

EQUIPO DE INVESTIGACION DE LA UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA, QUIENES VAN A REALIZAR EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD (SEGÚN ANEXO ADJUNTO) EL ESTUDIO TITULADO: "EVALUACION DEL METABOLISMO DEL ARSENICO INORGANICO EN MUJERES GESTANTES DE LA CIUDAD DE TACNA Y SU EFECTO SOBRE LOS RESULTADOS DEL NACIMIENTO"; POR LO QUE SIRVASE BRINDAR LAS FACILIDADES DEL USO DE LABORATORIO Y EL PADRON NOMINAL DE HISTORIAS CLINICAS DE GESTANTES.

TACNA, 28 DE ENERO DEL 2019

 GOBIERNO REGIONAL DE TACNA  
RED DE SALUD TACNA  
SECRETARÍA EJECUTIVA RED DE SALUD  
CMR N° 1505

RANZ/CMGA/EDMV/KGS/mhz

Ustedes N° 206-100. Teléfono N° (052) 411450 - 263938  
restarino2009@gmail.com  
Tacna - Perú

## ANEXO 6

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** Nivel de arsénico en orina en gestantes y su impacto en los resultados del nacimiento en la provincia de Tacna, 2019-2020

**AUTOR:** Bach. Alonso Ismael Plata Mollinedo

**INSTITUTO:** Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
¿Existe relación entre el nivel urinario de arsénico y los resultados del nacimiento en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020?	<b>General:</b> Determinar la relación entre el nivel urinario de arsénico y los resultados del nacimiento en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.	<b>General:</b> Existe relación entre el nivel urinario de arsénico y los resultados del nacimiento en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.	<b>Variables Dependientes:</b> -Peso al nacer -Edad gestacional al nacer -Peso para edad gestacional al nacer	<b>Diseño</b> Estudio observacional-transversal analítico desde febrero a abril de 2019 y procesamiento de muestra en noviembre, diciembre del 2019 y enero de 2020.
	<b>Específicos</b> a) Determinar la relación entre el nivel urinario de arsénico total y sus compuestos con el peso al nacer en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.		<b>Variables Independientes</b> -Concentración de arsénico urinario total. Concentración de arsénico inorgánico urinario. -Concentración de ácido monometilarsónico (MMA) -Concentración de ácido dimetilarsínico (DMA) -Coeficiente DMA/MMA	<b>Población:</b> Gestantes atendidas en los centros de salud ya citados en población.

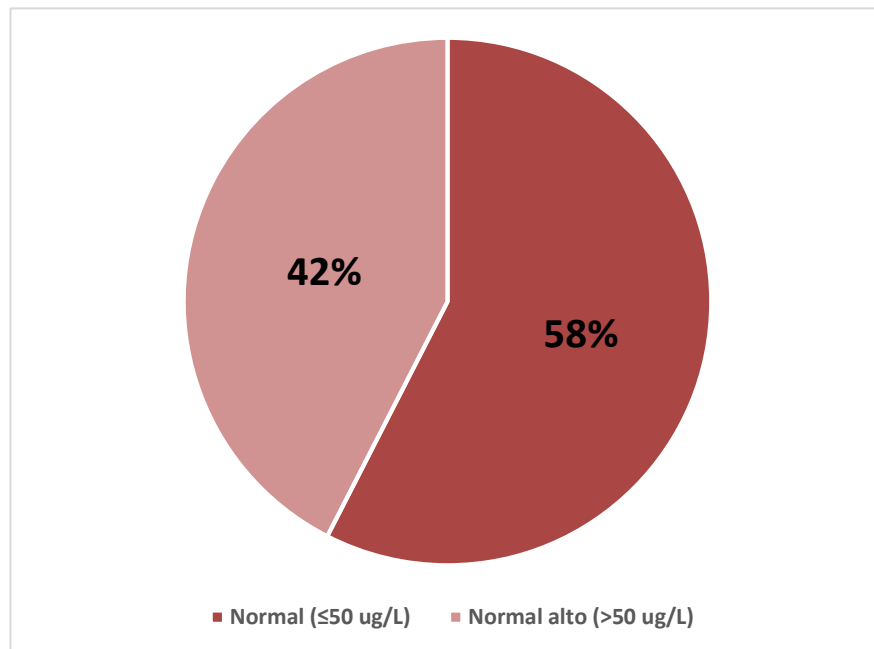
	<p>b) Determinar la relación entre el nivel urinario de arsénico total y sus compuestos con la edad gestacional al nacer en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.</p>		<p><b>Variabes asociadas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Edad de la madre</li> <li>-Nivel de instrucción de la madre</li> <li>-Gravidez</li> <li>-Sexo del recién nacido</li> <li>-IMC</li> <li>-Estado civil</li> <li>-Tiempo de residencia</li> <li>-N° CPN</li> <li>-Lugar de residencia</li> </ul>	<p><b>Muestra:</b> 146 gestantes que acuden a 16 centros de salud.</p>
	<p>c) Determinar la relación entre el nivel urinario de arsénico total y sus compuestos con el peso para edad gestacional al nacer en las mujeres embarazadas de los distritos de la ciudad de Tacna, 2019-2020.</p>			<p><b>Instrumento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Encuesta</li> <li>-Historia clínica</li> <li>-Espectrofotómetro</li> <li>-Estadística</li> </ul> <p><b>Estadística:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- X<sup>2</sup></li> <li>- T de Student</li> <li>- ANOVA</li> <li>- Regresión lineal</li> </ul>

**ANEXO 7**

**GRÁFICOS ADICIONALES**

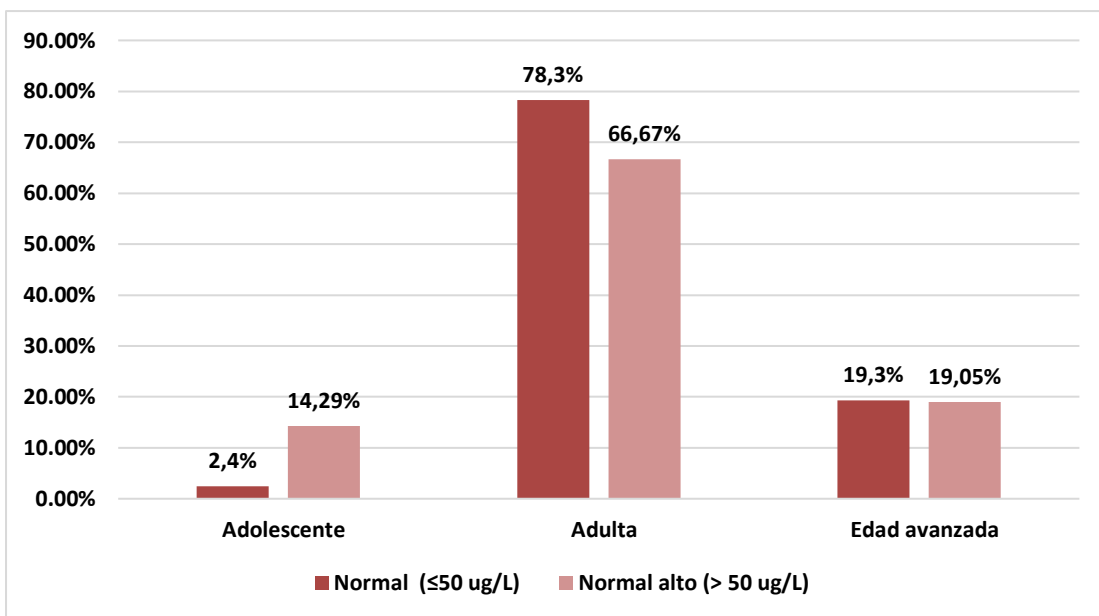
**GRÁFICO N° 02**

**DISTRIBUCIÓN DEL ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019- 2020**



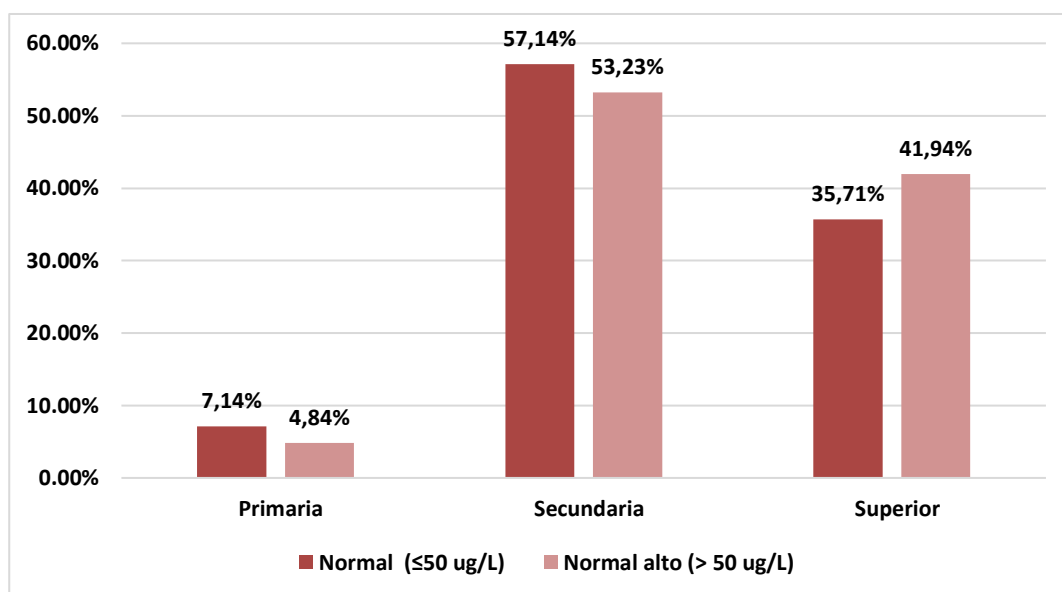
**GRÁFICO N° 03**

**DISTRIBUCIÓN DEL GRUPO ETARIO CON EL NIVEL DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019 -2020**



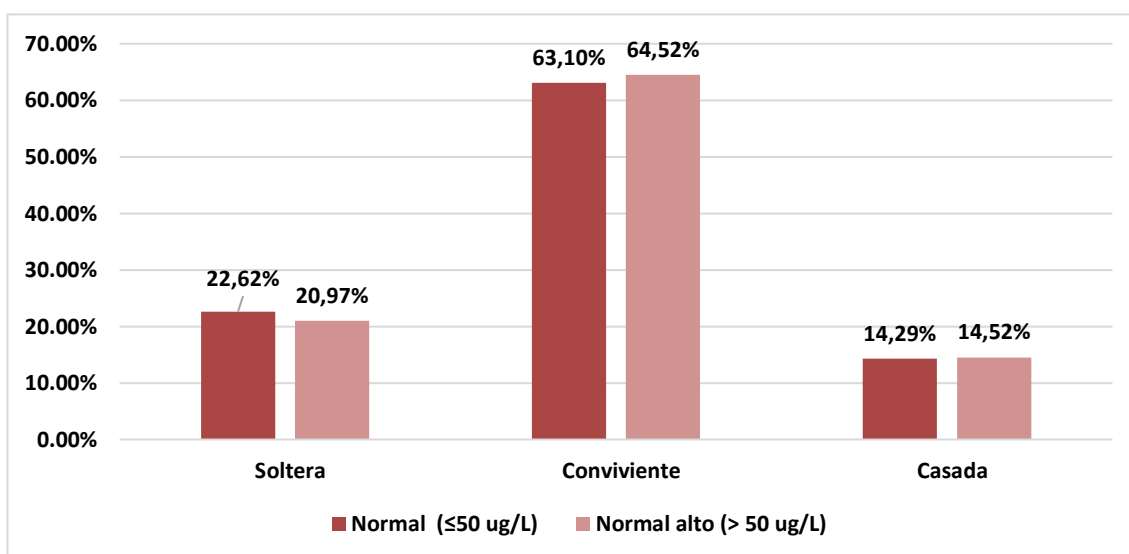
### GRÁFICO N° 04

#### DISTRIBUCIÓN DEL NIVEL DE EDUCACIÓN CON EL NIVEL DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020



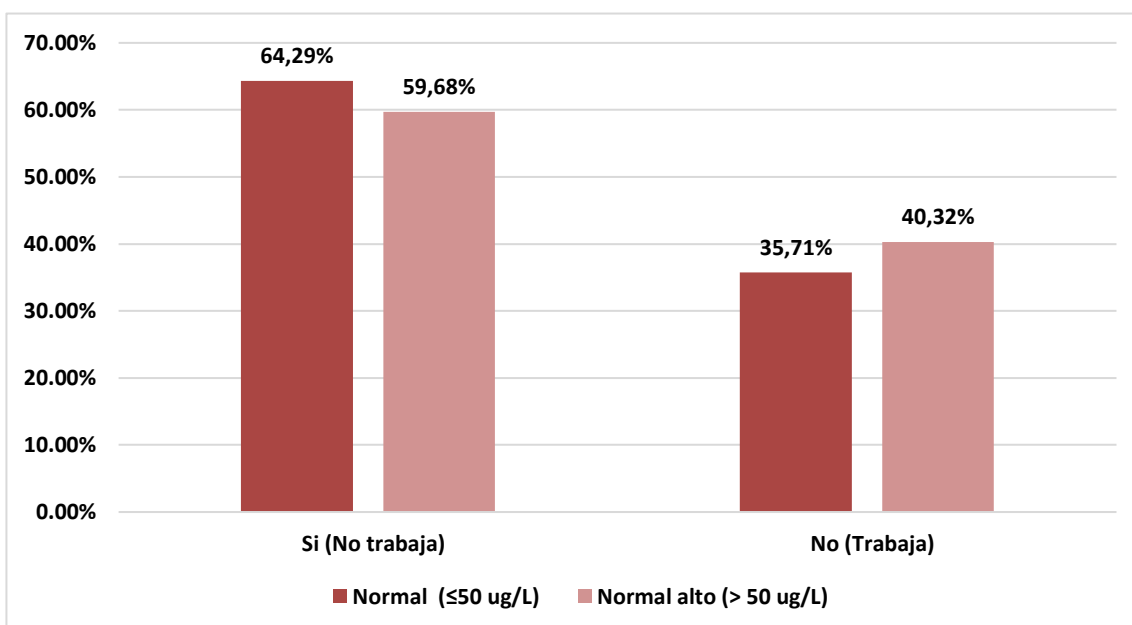
### GRÁFICO N° 05

**DISTRIBUCIÓN DEL ESTADO CIVIL CON EL NIVEL DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020**



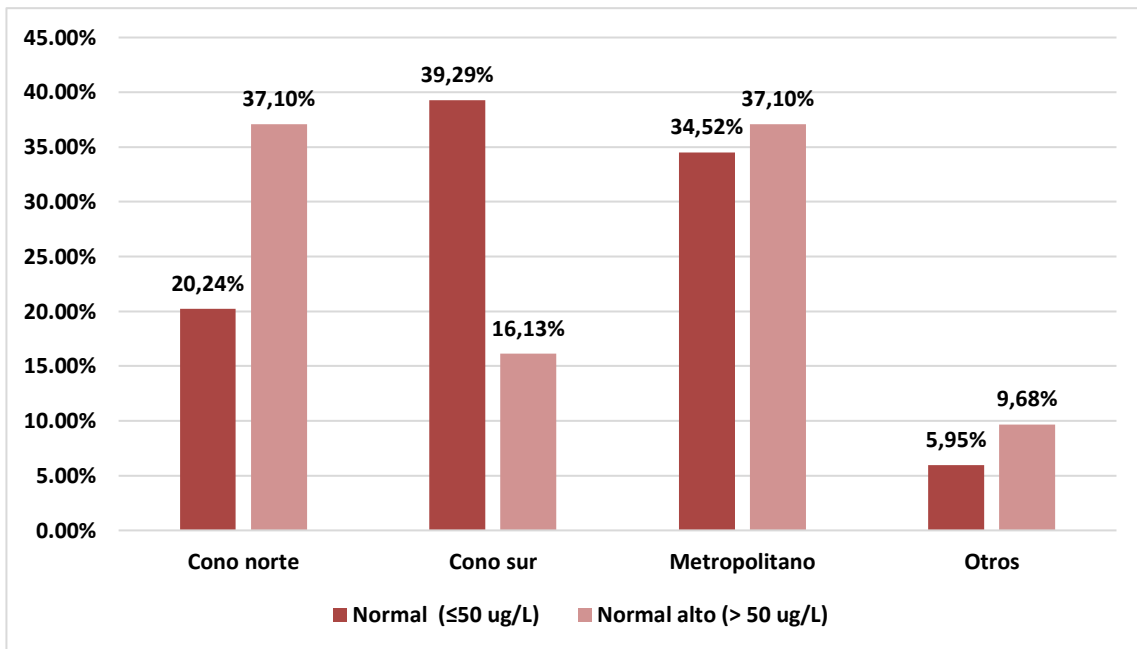
**GRÁFICO N° 06**

**DISTRIBUCIÓN DE LA DEPENDENCIA ECONÓMICA CON EL NIVEL DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020**



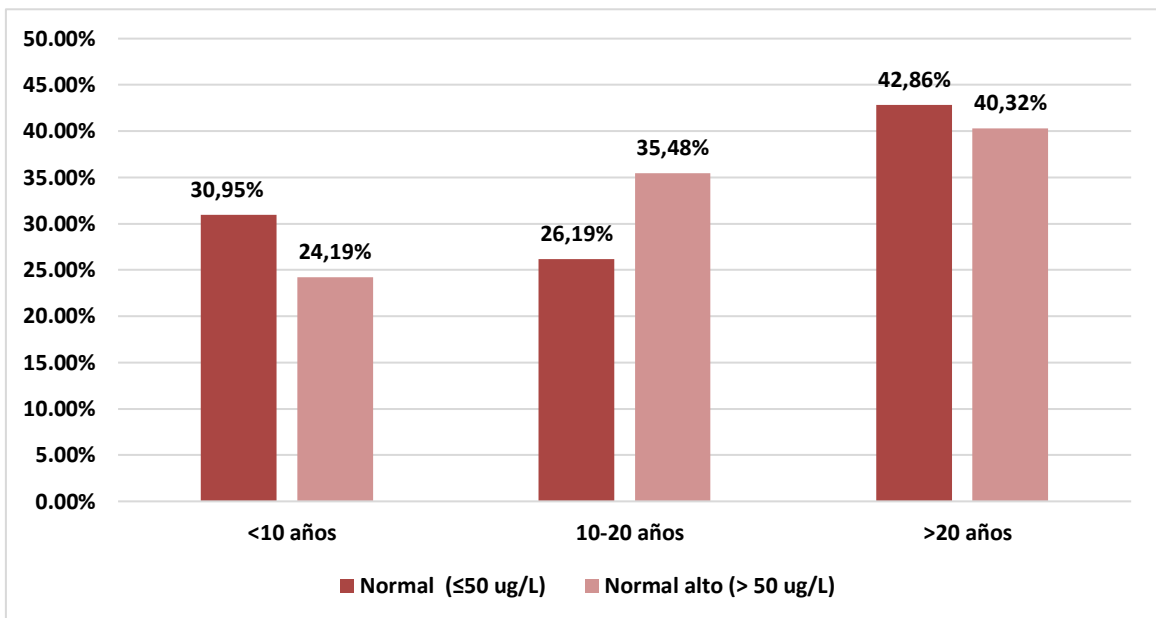
### GRÁFICO N° 07

#### DISTRIBUCIÓN DE LA MICRORRED DE SALUD CON EL NIVEL DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020



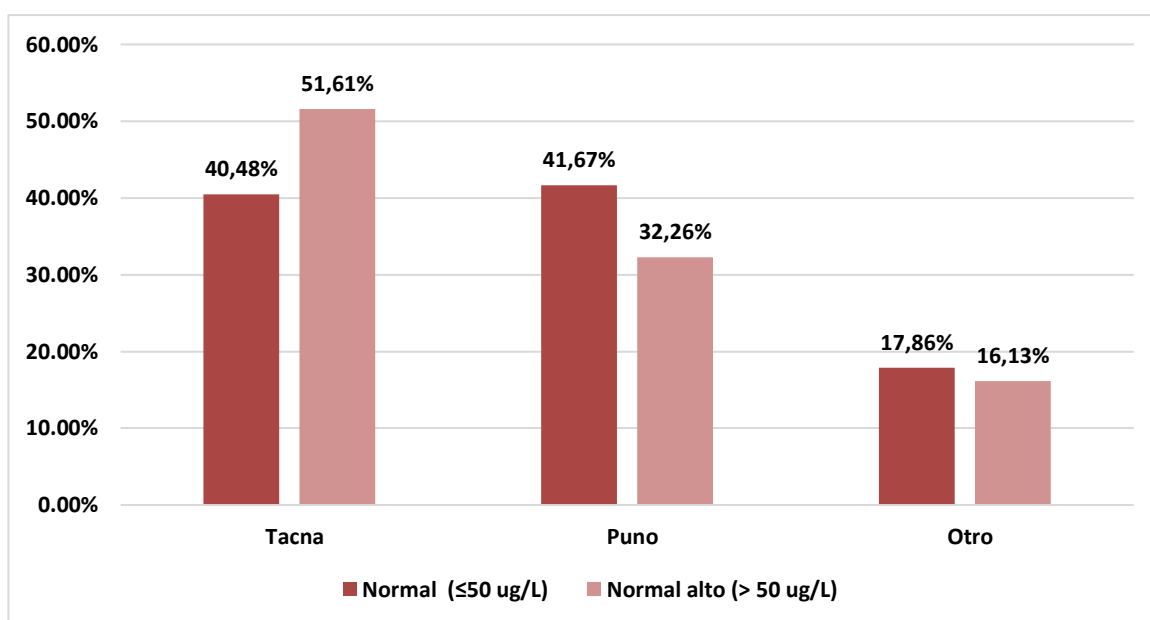
### GRÁFICO N° 08

**DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO DE RESIDENCIA EN TACNA CON EL NIVEL DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020**



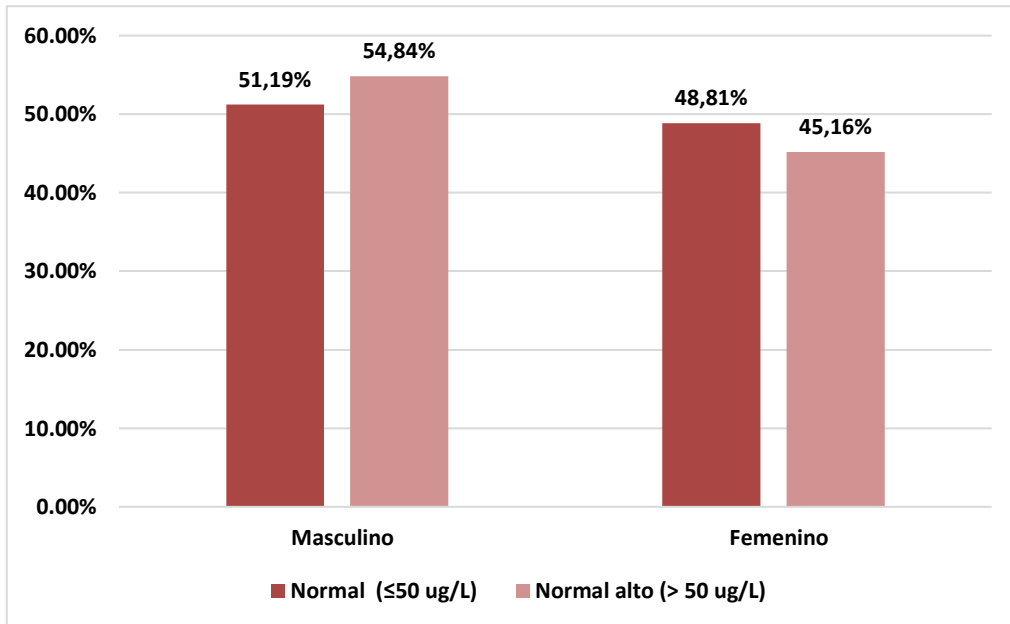
### GRÁFICO N° 09

**DISTRIBUCIÓN DEL LUGAR DE NACIMIENTO CON EL NIVEL DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020**



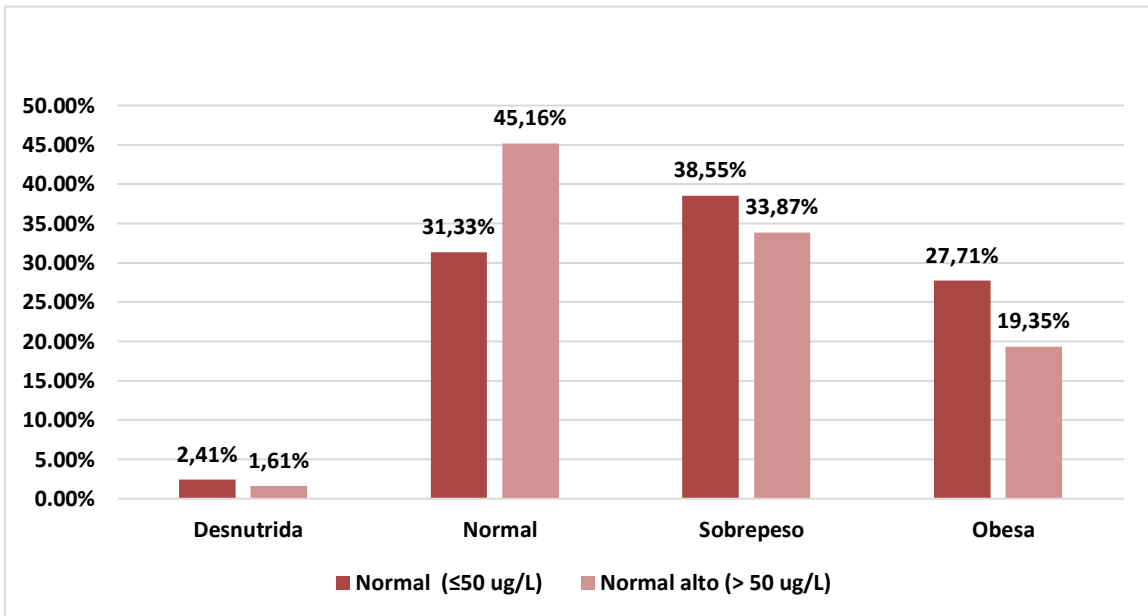
**GRÁFICO N° 10**

**DISTRIBUCIÓN DEL SEXO DEL RECIÉN NACIDO CON EL NIVEL DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020**



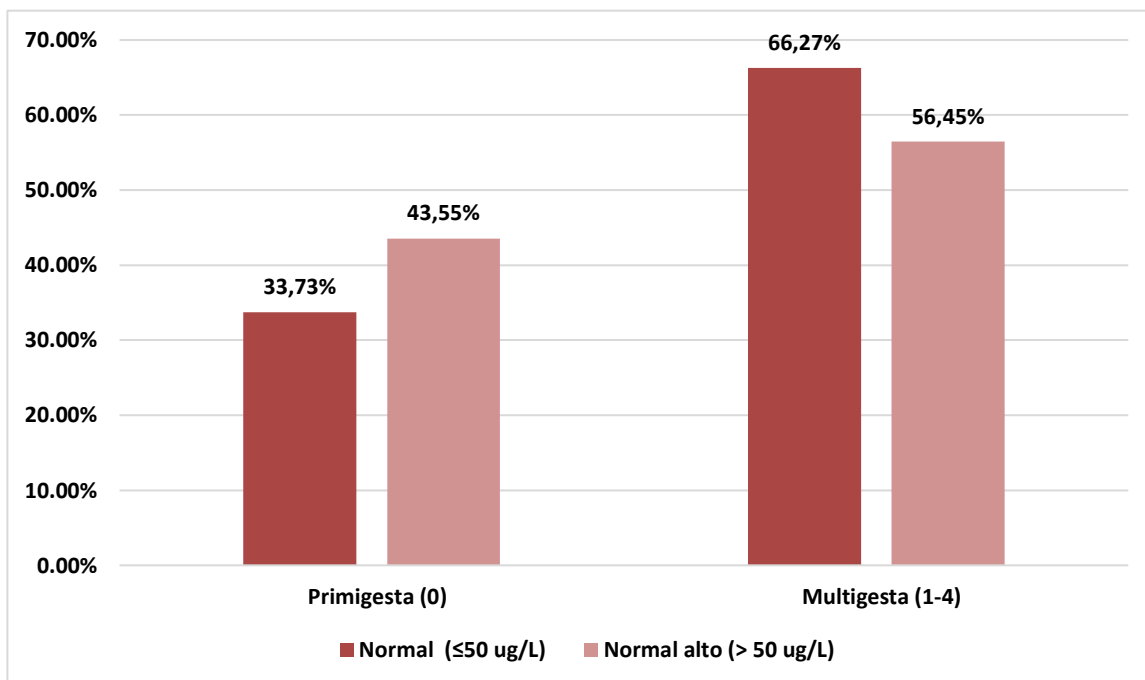
### GRÁFICO N° 11

#### DISTRIBUCIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL MATERNO CON EL NIVEL DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020



### GRÁFICO N° 12

**DISTRIBUCIÓN DE LA GRAVIDEZ CON EL NIVEL DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020**



### GRÁFICO N° 13

**DISTRIBUCIÓN DEL N° DE CONTROLES PRENATALES CON EL NIVEL DE ARSÉNICO TOTAL EN ORINA (UG/L) EN EL 2° TRIMESTRE DEL EMBARAZO DE LAS GESTANTES EN LOS DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2019-2020**

