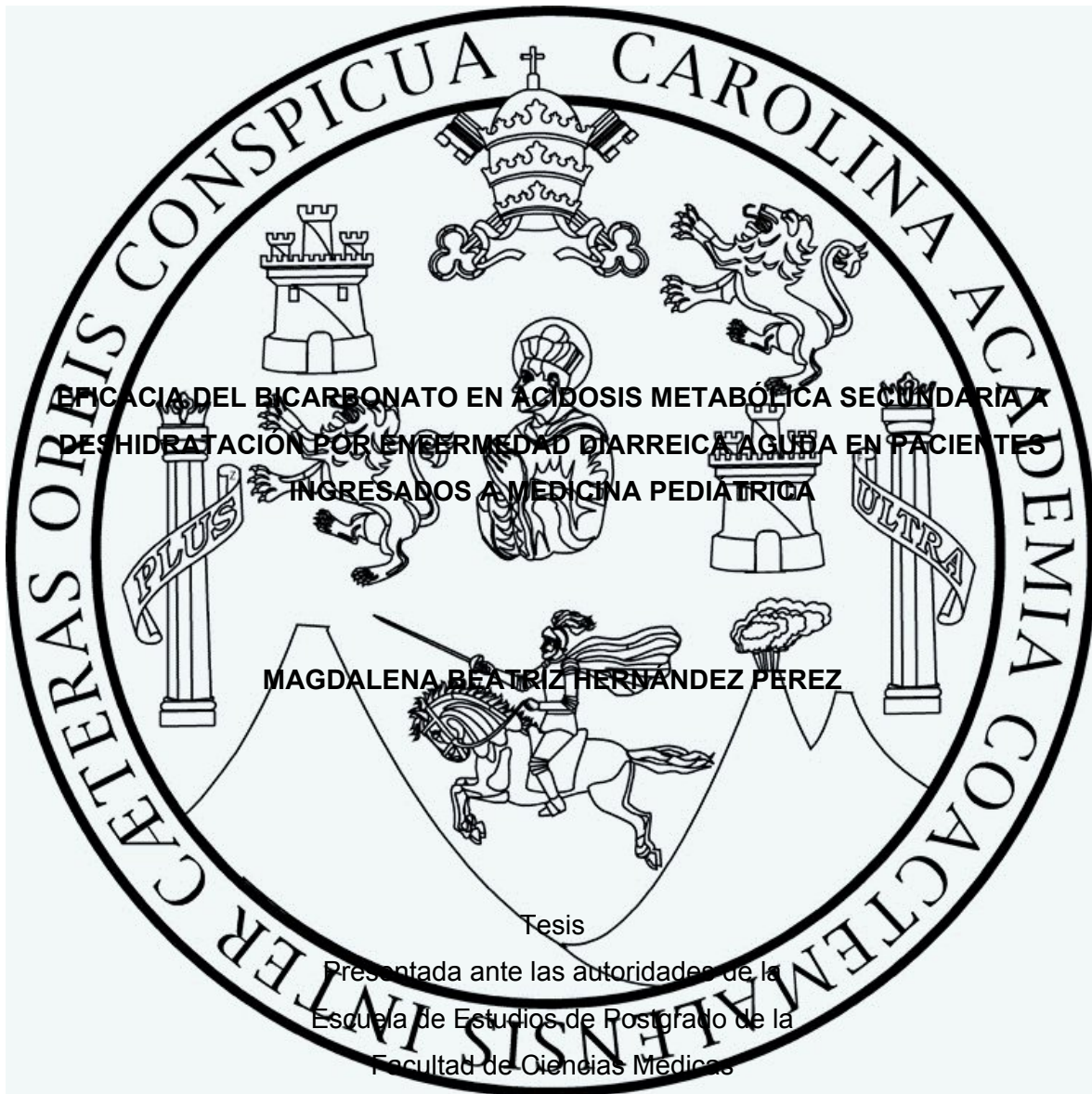


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en

Pediatría

Para obtener el grado de

Maestro en Ciencias Médicas con Especialidad en

Pediatría

Julio 2019



## **Agradecimientos**

- A Dios por el don de la vida.
- A mi casa de estudios por los conocimientos brindados.
- A mi familia por el apoyo incondicional a lo largo de estos años.
- A mis amigos por los buenos momentos compartidos.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES .....	2
2.1 CONCEPTOS BÁSICOS .....	2
2.2 ECUACIÓN DE HENDERSON HASSELBALCH .....	3
2.1 MECANISMOS AMORTIGUADORES .....	4
2.3.1 Acción de sustancias amortiguadoras (tampones o buffer).....	4
2.3.2 Sistema amortiguador ácido carbónico (H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) e ion bicarbonato.....	4
2.3.3 Sistema amortiguador proteínico plasmático .....	4
2.3.4 Sistema amortiguador de la hemoglobina.....	5
2.3.5 Sistema amortiguador fosfato.....	5
2.3.6 Mecanismo de amortiguación respiratoria.....	5
2.3.7 Papel del riñón en el equilibrio ácido base.....	5
2.4 ACIDOSIS METABÓLICA .....	5
2.4.1 Clasificación de acidosis metabólica.....	6
2.4.2 Clasificación según anion Gap.....	6
2.4.3 Diagnóstico de acidosis metabólica .....	6
2.4.4 Etiología y clasificación: .....	6
2.4.5 Causas de acidosis por diarrea.....	7
2.4.6 Cuadro clínico .....	7
2.4.7 Diagnóstico.....	8
2.4.8 Tratamiento de Acidosis metabólica.....	9
2.4.9 Tratamiento específico en acidosis metabólica secundaria a diarreas.....	9
2.4 REGLAS DE ORO DEL BICARBONATO .....	11
2.4.1 Primera regla de oro del bicarbonato.....	11
2.4.2 Segunda regla oro del bicarbonato .....	11
2.4.3 Tercera regla de oro del bicarbonato.....	12
2.5 PRECAUCIONES.....	12
III. OBJETIVOS.....	13
3.1 GENERAL.....	13
3.2 ESPECÍFICOS.....	13
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVA .....	14
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	14

4.3	SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	14
4.4	UNIDAD DE ANÁLISIS:.....	14
4.5	CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	14
4.6	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN .....	14
4.7	VARIABLES ESTUDIADAS .....	14
4.8	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	15
4.9	INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA RECOLECCION DE INFORMACION...18	
4.10	PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	18
4.11	PROCEDIMIENTO PARA GARANTIZAR ASPECTOS ÉTICOS DE INVESTIGACIÓN.....	18
4.12	PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	18
V.	RESULTADOS.....	19
VI.	DISCUSION Y ANALISIS.....	25
6.1	CONCLUSIONES.....	28
6.2	RECOMENDACIONES .....	29
6.3	BIBLIOGRAFÍA.....	30
VIII	ANEXOS .....	33
8.1.	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	33

## RESUMEN

La enfermedad diarreica aguda es una de las principales causas de morbilidad a nivel mundial que, al complicarse con acidosis metabólica aumenta aún más la mortalidad en menores de 5 años. El aumento en la concentración de hidrogeniones con disminución de la concentración de bicarbonato produce acidosis metabólica ya que por cada molécula de bicarbonato que se pierde por las heces, el cuerpo gana un ion hidrógeno, por lo cual el **OBJETIVO GENERAL** es demostrar la eficacia del uso de bicarbonato en pacientes con acidosis metabólica secundaria a enfermedad diarreica aguda. Además, entre los objetivos específicos se encuentran determinar el movimiento del pH, alteración de potasio, anión gap y aumento del bicarbonato después de su administración. **TIPO DE INVESTIGACIÓN:** descriptivo prospectivo longitudinal. **RESULTADOS:** la mayoría de pacientes estudiados fueron entre abril y mayo, el 58 % del sexo masculino, la mayoría provenían de la cabecera departamental de Escuintla. El 40 % de pacientes tenían el pH entre 7.3 y 7.2, el 50 % aumentó 0.2 en relación con el pH inicial llegando a un pH de 7.4 después de la reposición de bicarbonato. En el 66 % el exceso de bases inicial se encontraba en -10 a -15 meq/L y éste aumentó a 0 +5 mmol/l en un 53 %, el 60 % ingresó con bicarbonato menor a 15 mmol/L y el 67 % aumentó 10-15 mmol/L de bicarbonato en relación con el inicial. El 50 % de pacientes tenían el anión gap dentro de valores normales al ingreso, 80 % disminuyó el anión gap aun manteniéndose en límites adecuados, el 87 % de pacientes mantuvo lactato dentro de parámetros normales al ingreso, el potasio disminuyó en el 67 %, el 93 % de pacientes ingresó con CO<sub>2</sub> bajo y el 73 % aumentó el CO<sub>2</sub> de 0 a 5 mmHg después de la reposición. **CONCLUSIONES:** se demostró la eficacia del bicarbonato evidenciado en la normalización del pH, así como el exceso de bases y bicarbonato aumentaron proporcionalmente a su uso. Se mantiene la electro neutralidad plasmática evidenciado en los valores de anión gap.

**Palabras clave:** Acidosis metabólica, anion gap, bicarbonato, diarrea, pH.

## I. INTRODUCCIÓN

La acidosis metabólica es una de las complicaciones de enfermedad diarreica aguda y, a su vez, una de las principales causas de morbi-mortalidad en pacientes menores de 5 años. (1,2)

La enfermedad diarreica aguda (como causa precursora de acidosis metabólica) continúa siendo un motivo frecuente de muerte en países del tercer mundo con 4 millones al año; en los países desarrollados la mortalidad es baja (325-425 casos/año), pero la morbilidad sigue estando alta (38 millones casos/año) siendo motivo frecuente de ingreso hospitalario (9 % en menores de 5 años) con un elevado coste económico. La mortalidad o morbilidad de la diarrea se relaciona con el grado de deshidratación que depende fundamentalmente de la edad. (3)

En Guatemala en el año 2016, se observó un incremento de casos de enfermedad diarreica en las semanas 19 a la 25 (mayo-junio) correspondiendo con la época del año en el cual las enfermedades de transmisión fecal oral aumenta, además, el 70% de los casos se deben al consumo de alimentos contaminados. (1)

La presente investigación se enfoca en demostrar la eficacia del uso de bicarbonato en pacientes con acidosis metabólica secundaria a deshidratación por enfermedad diarreica aguda considerando que, fisiopatológicamente hay una pérdida exagerada de bases durante la producción de diarreas; tomando en cuenta como principal buffer el bicarbonato y la ecuación de Henderson Hasselbalch para definir la importancia de la pronta reposición de bicarbonato y disminuir así las complicaciones que esta conlleva, mejorando la severidad del cuadro. El bicarbonato es de gran utilidad especialmente en servicios de salud donde no se cuenta con gasometría y así mismo; al utilizarlo disminuir la morbi-mortalidad asociada.(3)

Para analizar la acidosis metabólica se utilizó como variables los valores de hemogasometría de la población pediátrica, en edades comprendidas entre 6 a 18 meses, así como la relación que presenta en cuanto a electrolitos, anión gap y lactato. (2) Se definió que tanto el pH como el exceso de bases mejoró considerablemente posterior al uso de bicarbonato. Se constató que se mantiene la electro neutralidad ya que el potasio disminuyó al aumentar el bicarbonato sérico por lo cual, es importante saber que para la evaluación del estado ácido base es necesario valorar el contexto clínico y electrolítico.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

**pH:** concentración plasmática de hidrogeniones. (4)

**Ácido:** toda sustancia capaz de ceder hidrogeniones.(2,3)

**Base:** toda sustancia capaz de aceptar hidrogeniones. (3)

**Acidemia:** aumento de la concentración de hidrogeniones, disminución del pH sanguíneo.

**Alcalemia:** disminución de la concentración de hidrogeniones. (2)

**Acidosis y alcalosis:** hacen referencia a los procesos fisiopatológicos que tienen a aumentar o disminuir el pH. (2)

**Anión gap:** para mantener la electro neutralidad las cargas positivas (cationes) deben igualar a las cargas negativas (aniones); si no ocurre así, aparece un anión gap cuyo valor normal es de 10 a 14 mmol/l y que se calcula con la siguiente ecuación:  $(Na + k) - (Cl + HCO_3)$  (2) los aniones no medidos, en el hiato aniónico, proporcionan una estimación bastante aproximada de la capacidad de generación de bicarbonato (bicarbonato potencial), una vez controlada la situación generadora de acidosis. (4)

**Exceso de base:** Es la concentración de base o ácido que ha sido agregada a la sangre como resultado de una alteración metabólica primaria o compensatoria. El valor numérico del exceso (o déficit) de base representa la cantidad teórica de ácido o base que habría que administrar para corregir una desviación de pH. (2)

**HCO<sub>3</sub>-real:** Es la concentración de bicarbonato en el plasma de la muestra. Se calcula utilizando los valores de pH y pCO<sub>2</sub> en la ecuación de Henderson-Hasselbalch. (2)

**HCO<sub>3</sub>-estándar:** es la concentración de carbonato de hidrógeno en el plasma de sangre equilibrada con una mezcla de gases con una pCO<sub>2</sub> de 40 mmHg y una pO<sub>2</sub> mayor o igual a 100 mmHg. Rango de referencia en el adulto del HCO<sub>3</sub> estándar: 22-26 mmol/L. (5)

**Análisis del pH:** se expresa a través de la conocida ecuación de Henderson Hasselbach que define el pH en términos de la relación entre la sal y el ácido. El pH depende de la relación entre la cantidad de bicarbonato base y la cantidad de ácido carbónico. (2)

Los límites extremos de los valores incompatibles con la vida se encuentran en cifras inferiores a 6.8 y superiores a 7,8. La excepción a esta regla está dada por la acidosis diabética.

Los límites permisibles de pH, son los valores superiores a 7.3 e inferiores a 7.5 en los que casi nunca se necesitará de su corrección en caso de constituir trastornos agudos. (4)

**Tabla 2.1**

Valores normales de la gasometría

	<b>ARTERIAL</b>	<b>VENOSO</b>	<b>CAPILAR</b>
pH	7.35 - 7.45 (7.4)	7.28-7.35	7.35-7.45
pCO <sub>2</sub>	35-45 (40)	45-53	35-45
pO <sub>2</sub>	95-100	28-40	35-45
EB mEq-L	+ 0- 2.5	+ 0 – 2.5	+ 0– 2.5
HCO <sub>3</sub> mEq-L	21-27 (24)	21-25	21-27
HBO <sub>2</sub> %	97-100	62-84	97-100

Fuente: (2)

## **2.2 ECUACIÓN DE HENDERSON HASSELBALCH**

Se deduce que la acidez plasmática puede ser estimada en función de HC03 y C02 plasmático. (2) Hay 2 tipos de procesos que pueden causar elevación del H+.

Adición de C02. La ecuación se desplaza a la derecha el aumento de C02 es siempre mayor que el aumento de HC03 ya que una parte próxima al 50% del C02 añadido no se unirá al H20 ni se disociara en HC03 é H+.

Extracción/destrucción de HC03 si se reduce la ecuación de nuevo se desplaza hacia la derecha en un intento de restaurar el HC03. (3,6)

Con el fin de mantener lo más cercano posible a la normalidad la ecuación de Henderson-Hasselbalch en la que el numerador es el bicarbonato y el denominador el ácido carbónico, sustituido por el CO<sub>2</sub>, éste debe ser eliminado a través de los pulmones, por lo cual aumenta la profundidad y frecuencia de los movimientos respiratorios. A su vez, en heces se pierde bicarbonato y potasio a cambio de la absorción en colon de NaCl, lo que da lugar a que el nivel sérico del cloro se eleve, con lo cual se compensan las cargas negativas del plasma, disminuidas por el descenso del bicarbonato (acidosis metabólica hiperclorémica o de hiato aniónico normal). (7)



En acidosis metabólica por cada mmol /l de descenso del  $\text{HCO}_3^-$  debe haber un descenso de 1mmHg de  $\text{pCO}_2$ . En alcalosis metabólica por cada mmol/L de aumento de  $\text{HCO}_3^-$  debe haber un aumento  $\text{pCO}_2$  de 0.7 mmHg.

Por cada 0.1 unidades que aumenta o disminuye el pH plasmático el K cambia 0.6 mmoles /L aproximadamente, en sentido inverso al cambio de pH. (4)

## **2.1 MECANISMOS AMORTIGUADORES**

### **2.3.1 Acción de sustancias amortiguadoras (tampones o buffer).**

Los tampones o buffer están constituidos por un par de amortiguadores, un ácido débil (capaz de liberar  $\text{H}^+$ ) y por su base conjugada (capaz de aceptar  $\text{H}^+$ ), estas sustancias se encuentran en el plasma o dentro del eritrocito. El valor de pH en el cual el ácido se encuentra disociado en un 50% se conoce como pK, este representa el valor de pH en el que un sistema tampón puede alcanzar su máxima capacidad amortiguadora. Por tanto, cada sistema buffer tendrá un valor de pK característico; puesto que lo que se pretende es mantener un pH alrededor de 7. Serán buenos amortiguadores aquellos sistemas cuyo pK esté próximo a dicho valor. (8)

### **2.3.2 Sistema amortiguador ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) e ion bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ).**

La entrada de iones  $\text{H}^+$ , derivada de ácidos no volátiles al espacio extracelular, es neutralizada por el ion bicarbonato formando de su combinación el ácido carbónico que por ser muy inestable se disocia en  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , el  $\text{CO}_2$  se elimina por la respiración. (8)

La introducción de una base ( $\text{NaOH}$ ) produce la siguiente reacción:  $\text{NaOH} + \text{CO}_3\text{H}_2 = \text{CO}_3\text{HNa} + \text{H}_2\text{O}$  (Hidróxido de sodio + ácido carbónico = Bicarbonato de sodio y agua). El ion  $\text{H}^+$  del ácido Carbónico se combina con el OH de la sal y forman  $\text{H}_2\text{O}$ , el otro producto formado es bicarbonato de  $\text{Na}^+$ , que es uno de los componentes del sistema. El resultado final es la pérdida de ácido carbónico por la solución el cual no provoca aumento importante de iones  $\text{H}^+$ . (8)

### **2.3.3 Sistema amortiguador proteínico plasmático.**

Las proteínas pueden actuar como aceptadoras o donadoras de iones  $\text{H}^+$ , no se agotan ni dan lugar a nuevos productos, por su doble función se les considera sustancias anfóteras. (8)

#### **2.3.4 Sistema amortiguador de la hemoglobina.**

La hemoglobina se comporta como una proteína, al oxidarse se aumenta su acidez, razón por la cual cede entonces sus hidrogeniones al medio (función ácida). La reducción de la oxihemoglobina disminuye su acidez, que le permite extraer iones H del medio (función base). (9)

Cuando el CO<sub>2</sub> penetra por difusión al eritrocito combinándose con el agua intracelular mediado por la anhidrasa carbónica produce ácido carbónico, este se ioniza en ion bicarbonato y H<sup>+</sup>, al ser oxigenada la hemoglobina desprende nuevamente los H<sup>+</sup>. Su poder amortiguador se relaciona con la concentración de hemoglobina intra-eritrocitaria. (9)

#### **2.3.5 Sistema amortiguador fosfato.**

El fosfato monobásico (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) es capaz de liberar un ion H<sup>+</sup> para dar lugar al fosfato di básico (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>). Si aumentaran los H<sup>+</sup> en sentido inverso esta sustancia acepta los H<sup>+</sup>.

Las proteínas y los Fosfatos, conservan el PH intracelular y el sistema bicarbonato ácido carbónico operan en el LEC. (2)

#### **2.3.6 Mecanismo de amortiguación respiratoria.**

Un aumento de la concentración de los iones H<sup>+</sup> y CO<sub>2</sub> estimula al centro respiratorio, dando lugar al aumento de la frecuencia respiratoria y una mayor eliminación de CO<sub>2</sub>. En acidosis metabólica, el pulmón hiperventila, disminuyendo el CO<sub>2</sub> con esto la ecuación se desvía hacia este lado, disminuyendo los hidrogeniones del otro lado. En fases tempranas de acidosis puede haber un retraso de unas 3 horas en la aparición de una respuesta hiperventilatoria máxima debido a que los trastornos metabólicos modifican el pH plasmático a mayor velocidad que en el LCR. (4,6)

#### **2.3.7 Papel del riñón en el equilibrio ácido base.**

- Reabsorción del bicarbonato filtrado:
- Regeneración del bicarbonato (1mEq/Kg. Su taponamiento causa desaparición de 50-70 mEq de HC<sub>03</sub>)
- Eliminación de bicarbonato generado en exceso.
- Eliminación de los aniones. (6)

### **2.4 ACIDOSIS METABÓLICA**

El estado de aumento en la concentración de hidrogeniones con disminución de la concentración de bicarbonato, pero sin disminuir el valor normal del pH plasmático, que es de 7.35 a 7.45 (función amortiguadora o de buffer), (7) por cada molécula de bicarbonato

que se pierde por las heces, el cuerpo gana un ion hidrogeno. Los iones de hidrógeno que provienen de la producción endógena de ácido son neutralizados por el bicarbonato y pueden producir descenso de la concentración de  $\text{HCO}_3^-$ . (6)

El trastorno que resulta de la reducción del bicarbonato plasmático, se caracteriza por hipocapnia secundaria, producto a su vez, de la estimulación de la ventilación por la acidemia. La pérdida de bicarbonato desplaza la ecuación hacia la izquierda y causa acúmulo de protones. La intensidad de la acidosis metabólica viene marcada por el descenso del exceso de base y de la cifra del pH. (2)

**2.4.1 Clasificación de acidosis metabólica**

- $>7.25$  se trata de acidosis leve
- 7-17 a 7.25 acidosis moderada.
- 7.7 a 7.15 acidosis grave.
- $< 7$  acidosis muy grave. (9)

**2.4.2 Clasificación según anion Gap**

- I. Hiato aniónico normal o hiperclorémica.
- II. Hiato aniónico aumentado o hipoclorémica. (6,10)

**2.4.3 Diagnóstico de acidosis metabólica**

El exceso de base ayuda a definir el componente metabólico de estos trastornos.

Si la acidosis se debe a pérdida de bicarbonato (diarrea) o ingreso de un cloruro ácido, la diferencia será normal, si es por aumento de un ácido orgánico (láctico en el shock o retención de sulfato o fosfato en la insuficiencia renal), la diferencia de aniones estará elevada. (7)

**2.4.4 Etiología y clasificación:**

**Tabla 2.4.4**

Etiología de acidosis metabólica según el anión GAP

<p>AC. Metabólica normoclorémica con anión GAP <b>elevado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidosis láctica</li> <li>• Cetoacidosis diabética o</li> </ul>	<p>AC. Metabólica hiperclorémica con anión GAP <b>Normal</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diarrea</li> <li>• Ac. Tubular renal</li> </ul> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallo renal incipiente</li> </ul> </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diarrea</li> <li>• Ac. Tubular renal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallo renal incipiente</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diarrea</li> <li>• Ac. Tubular renal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallo renal incipiente</li> </ul>		

alcohólica <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intoxicaciones por salicilatos y metanol</li> <li>• Rabdomiólisis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de Acetazolamida</li> <li>• Derivación urinaria</li> <li>• Agentes acidificantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidronefrosis</li> <li>• Colágenos</li> </ul>
---	--	--

Fuente: (4,11,12)

#### 2.4.5 Causas de acidosis por diarrea.

- Hay pérdida de bicarbonato.
- Hipovolemia implica mala perfusión tisular lo que conduce a la inadecuada oxigenación de células, ocasionando un metabolismo anaeróbico, con producción de ácido láctico.
- Si asociado a deshidratación hay ayuno inicia metabolismo graso y se producen cuerpos cetónicos que también contribuyen a la acidosis.
- La hipovolemia determina baja filtración glomerular con lo cual se dejan de excretar los metabolitos ácidos que son eliminados normalmente por la orina.
- Presentan malabsorción de carbohidratos (estos son metabolizados por la bacterias produciéndose ácidos orgánicos, que son absorbidos y que contribuyen a agravar acidosis (8,13,14)

#### 2.4.6 Cuadro clínico

El clínico debe conocer bien el comportamiento de los movimientos respiratorios durante la acidosis y la acidemia metabólica: A medida que el pH disminuye, los movimientos respiratorios se hacen cada vez más profundos, hasta que se alcanza un pH de 7.10 a 7.12, cuando los movimientos respiratorios alcanzan su máxima amplitud (respiración de Kussmaul). A partir de ahí, a medida que sigue descendiendo el pH, la depresión del sistema nervioso central se comienza a manifestar, y los movimientos respiratorios se tornan menos profundos, hasta que a un pH menor de 6.80 son del tipo de "boqueadas de pescado" (5,7) PH <7,15 produce alteraciones respiratorias, cardiovasculares y neurológicas. (13)

**Tabla 2.4.6**

Clínica de acidosis según sistemas

Cardiovascular	Venoconstricción, centralización del volumen sanguíneo, aumento de la resistencia vascular pulmonar, disminución del gasto cardiaco, disminución de PA, disminución del umbral para desarrollo de arritmias, reducción de la capacidad de respuesta a catecolaminas
Metabolismo	Resistencia a insulina, inhibición de glucólisis anaerobia, reducción de síntesis de ATP. Hiperpotasemia, degradación de proteínas, desmineralización ósea
Neurológico	Inhibición del metabolismo y regulación del volumen celular, obnubilación y coma
Respiratorio	Hiperventilación compensatoria con posible fatiga de los músculos respiratorios.

Fuente: (15)

**2.4.7 Diagnóstico**

- Gases arteriales y concentración sérica de electrolitos.
- Brecha aniónica y brecha delta calculada ( diferencia entre brecha aniónica del paciente y la brecha aniónica normal ). Este valor se considera un equivalente del  $\text{HCO}_3$  porque por cada unidad de aumento de la brecha aniónica, la concentración de  $\text{HCO}_3$  debe descender 1. (15)
- Fórmula de Winter para identificar los cambios compensadores ( $\text{PCO}_2$  predicha =  $1.5 \times \text{HCO}_3 + 8 \pm 2$  si la  $\text{PCO}_2$  es más alta debe considerarse la existencia simultánea de una acidosis respiratoria primaria pero si es más baja significa que también hay alcalosis respiratoria. (15,16)

#### **2.4.8 Tratamiento de Acidosis metabólica**

Tres principales causas del proceso: la hipovolemia que causa hipoxia, la pérdida de bicarbonato en heces y la pobre oferta de sodio al túbulo renal; y secundariamente, la sobreproducción de cuerpos cetónicos por el ayuno (7)

De la causa etiológica estará el tratamiento correcto. Una de las causa principales en que producen esta anormalidad, es el shock hipovolémico, debido a la administración de Ringer Lactato y sangre, por lo cual no debe administrarse de entrada Bicarbonato hasta no ver restablecido el flujo sanguíneo, en estos caso se reserva el tratamiento con bicarbonato para acidosis metabólicas graves en particular consecutivas a paro cardiaco, sin exceder la dosis inicial de 50 ml de solución al 7,5% (45 meq de Na ó HCO<sub>3</sub>, que contiene 90 mOsm). (7)

Así una disminución primaria del bicarbonato de 10mmol/L debe disminuir secundaria la PCO<sub>2</sub> en 10mmHg mientras que por cada 10 mmol/l de aumento de bicarbonato la PCO<sub>2</sub> compensa en 6 a 7 mmHg con un límite de hasta 60 mmHg. Como la relación pCO<sub>2</sub>/PH es de 10/0.05 =200 en ácidos respiratoria y de 10/0.1=100 en alcalosis respiratoria. (4,17)

#### **2.4.9 Tratamiento específico en acidosis metabólica secundaria a diarreas.**

Tratamiento inicial:

1. La hipovolemia que causa hipoxia
2. La pérdida de bicarbonato en heces
3. La pobre oferta de sodio al riñon.

Las 3 causas se tratan con hidratacion oral o Endovenosa, con soluciones polielectroliticas balanceadas. (14)

En casos de acidemias graves, el objetivo fundamental es elevar el pH hasta 7,20 y el bicarbonato en torno a 15 mEq/l, para minimizar los efectos cardiovasculares de la acidosis. (11)

Si clinicamente con acidosis severa, se debe agregar a la solución de mantenimiento 25mEq/L de bicarbonato. (18)

En general se acepta administrar bicarbonato cuando el pH se encuentra debajo de 7.20 o el bicarbonato plasmático es menor de 8 (13) EB <10mEq/L. La corrección está indicada en pacientes con pH menor a 7,20 o CO<sub>2</sub> menor de 10 mmHg, exceso de base menor de - 12 mEq/l, (17)

La cantidad de bicarbonato a administrarse se calcula con la siguiente fórmula:

**Sin Gasometría:**

$6 \times 0.3 \times \text{Kg.} = \text{aumenta el pH en } 0.1$  (14,19)

**Con gasometría**

- **Fórmula de Astrup-Mellemgard**

Total de mEq/L a pasar= peso (Kg.) X EB (-) X 0,3. (4,11,13,14,17,20)

- **Fórmula**

$0.6 \times \text{Peso (kg)} \times (\text{HCO}_3^- \text{ deseado} - \text{HCO}_3^- \text{ real}) = \text{ml de HCO}_3^- \text{ a aportar}$  (no hay un valor establecido en la bibliografía, por lo que dependerá de la situación clínica en particular). En la práctica diaria se utiliza como máximo hasta 6 mEq/kg. (20) El producto de peso corporal por 0.3 expresa el volumen extracelular total. (4,9,11,14,19,21)

La mitad de la cantidad calculada debe pasarse en un bolo en 2 h. después de 2 horas hacer un GSA Control. Si ha mejorado la concentración plasmática de bicarbonato y se le encuentra ya por encima de 10 mEq/L es posible que el tratamiento de la causa sea suficiente para acabar de corregir la acidosis en caso contrario, la otra mitad se administra en 8 horas. (4,13) Un cuarto de la dosis equivale aproximadamente a 1mEq/kg de HCO<sub>3</sub>. (11,22)

Otra forma de correcta de administrar el bicarbonato es dividiendo la cantidad total en 3 partes, administrar el primer tercio inmediato y en un período no superior a 30-60 minutos. El segundo tercio más lento en las 3 a 4 horas siguientes tras el segundo aporte realizar gasometría. (19) esto evita la aparición de acidosis paradójica en el LCR (23)

La acidosis puede acompañarse de un déficit importante de potasio, tanto por pérdidas digestivas (diarrea) como renales. Sin embargo, el exceso de H<sup>+</sup> conlleva al paso del mismo al interior celular a cambio de salida del potasio al espacio extracelular. El resultado es un aumento variable de la concentración plasmática de potasio, estimada en 0,2 a 1,7 meq/l por cada descenso de 0,1 en el pH arterial. (24) Si no se tiene en cuenta, la corrección de la acidosis puede provocar hipopotasemia grave debido a la re-entrada del K<sup>+</sup> en las células. (11)

Si la acidosis es extrema HCO<sub>3</sub> menor a 5mEq/L sustituir el valor 0.3 por 0.8 en estos casos debe considerarse que toda la capacidad tampón, tanto intracelular como extracelular está agotada por lo que la reposición ha de ser masiva. (4,10)

Aporte de bicarbonato en 24 horas puede indicarse en situaciones particulares dependiendo de la patología de base, o bien luego de una corrección rápida, para mantener un aporte adecuado, en aquellos pacientes que continúen con pérdidas importantes. Por ser un aporte de 24 horas, se calcula por el total del volumen extracelular (0.6). Puede administrarse por vía oral o en un plan de hidratación, teniendo siempre en cuenta el sodio total de la solución a infundir (21)

Es necesario aportar gluconato de calcio al 10% en dosis de 1-2 ml/kg inmediatamente después, para así evitar la tetania post-acidótica. (23) El bicarbonato infundido se limita en principio al espacio intravascular, produciendo un gran aumento en la concentración de bicarbonato plasmático, tardando 15 minutos en equilibrarse con el líquido extracelular total y de 2 a 4 horas con los tampones intracelulares y óseos. Por este motivo si realizamos el control analítico poco después de la administración de bicarbonato podemos sobrestimar sus efectos. (25)

## **2.4 REGLAS DE ORO DEL BICARBONATO**

### **2.4.1 Primera regla de oro del bicarbonato**

Está diseñada para explicar el pH a través de la pCO<sub>2</sub> y se entiende de la siguiente manera: por cada **10 mmHg** que varía la **pCO<sub>2</sub> mmHg**, el **pH** se incrementa o reduce **0.08** unidades en forma inversamente proporcional. (2,26)

Para calcular esta regla debe tomarse el resultado de la pCO<sub>2</sub> registrado en la gasometría arterial y restarlo al valor hipotético o ideal de la pCO<sub>2</sub>; debido a que el rango normal es de 35 a 45 mm Hg, se recomienda utilizar el valor intermedio, es decir 40. Entonces, el resultado de la sustracción, que puede ser positivo o negativo, deberá multiplicarse por la constante previamente mencionada (0.08) y dividirse en 10. El resultado (positivo o negativo) deberá ser adicionado al pH normal esperado, que se recomienda considerarlo como 7.40. (27)

### **2.4.2 Segunda regla oro del bicarbonato**

Es utilizada para diagnosticar la presencia de acidemia metabólica o un componente mixto (acidosis respiratoria y metabólica) y se lee: por cada 0.15 unidades que se modifican el pH, se incrementa o disminuye el exceso o déficit de base en 10 unidades, que pueden expresarse en meq/L de bicarbonato (27)

### **2.4.3 Tercera regla de oro del bicarbonato**

Es la única que aporta información para corregir el trastorno de la acidemia metabólica. Debe utilizarse con cautela, dado que el tratamiento consistirá en la corrección del déficit de HCO<sub>3</sub> con su administración directa; La tercera regla utiliza el déficit obtenido en el tercer paso y multiplicado por peso y por una constante (0.3-0.6); el resultado final en meq de CHO<sub>3</sub> deberá dividirse en dos tantos, administrando la primera mitad en 8 horas y el resto en las siguientes 24 a 48 horas. (27)

1.  $p\text{CO}_2 (\text{Ideal}) - p\text{CO}_2 (\text{real}) \times 0.08/10$
2.  $\text{pH real} + (\text{DB} \times 0.15)/10$
3. Déficit de base x kg de peso x 0.3

Su aplicación se extiende a trastornos mixtos y ayuda a dar tratamiento con sustitución de bicarbonato cuando éste sea indicado. (27)

### **2.5 PRECAUCIONES:**

La corrección rápida, no evita la hiperventilación compensatoria, ya que el intercambio hidroelectrolítico en la barrera hematoencefálica es más lento, por ello utilizamos la mitad de la dosis calculada al inicio y repetir la gasometría cada hora.

Una rápida alcalinización impide la liberación de O<sub>2</sub> por la hemoglobina, por lo que se justifica la administración de O<sub>2</sub> suplementario. (23)

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL**

- Demostrar la eficacia del uso de bicarbonato en pacientes con acidosis metabólica secundaria a enfermedad diarreica aguda.

#### **3.2 ESPECÍFICOS:**

- Identificar los pacientes más afectados con acidosis metabólica secundaria a enfermedad diarreica aguda según sexo y procedencia.
- Identificar cantidad de pacientes con acidosis metabólica asociada a enfermedad diarreica aguda según mes del año evaluado.
- Comparar el pH, exceso de bases y bicarbonato inicial en relación con el valor posterior a reposición de bicarbonato.
- Justificar el uso de bicarbonato según PH, bicarbonato y exceso de bases en resultados gasométricos.
- Comparar alteración electrolítica (potasio) asociada a acidosis al ingreso y posterior a reposición de bicarbonato.
- Demostrar el movimiento del anión gap de ingreso y posterior a reposición de bicarbonato.
- Determinar el aumento de CO<sub>2</sub> después de la reposición de bicarbonato.

## **IV. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVA**

Tipo de Estudio: Descriptivo prospectivo

Tipo de diseño: Longitudinal

### **4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.**

La población la constituye el total de pacientes entre 6 meses y un año que acuden al hospital Nacional de Escuintla entre el período de febrero a diciembre de 2017, con acidosis metabólica asociada a EDA.

### **4.3 SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Probabilístico aleatorios sistemático ya que se toma como muestra los pacientes comprendidos entre los 6 meses a 1 año de edad.

### **4.4 UNIDAD DE ANÁLISIS:**

Pacientes con de 6 meses a 1 año de edad con acidosis metabólica secundaria a diarrea.

### **4.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Todo paciente entre 6 meses y un año de edad.

Que presente enfermedad diarreica aguda.

Que curse con acidosis metabólica.

Que haya necesitado uso de bicarbonato para corrección de acidosis.

### **4.6 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

Pacientes con acidosis metabólica asociada a choque séptico.

Pacientes con acidosis metabólica secundaria a pérdidas renales.

### **4.7 VARIABLES ESTUDIADAS**

Edad

Sexo

Lugar de procedencia

Bicarbonato

Exceso de bases

Anión gap/bicarbonato

Potasio/bicarbonato

C02

Lactato

#### 4.8 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 4.8

Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	Escala de medición
Sexo	Conjunto de condiciones anatómicas, fisiológicas y afectivas que caracterizan cada sexo	Femenino  Masculino	Cualitativa	Nominal
Edad	Tiempo en que se realizó el tratamiento.	Años cumplidos en una persona	Cuantitativa	Numérica
Procedencia	Lugar de donde procede una persona	Municipio, departamento	Cualitativa	Nominal
PH	Coefficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.	se basa en la Calibración Directa de un medidor de pH (con soluciones reguladoras patrones o estándares) seguido de la	cuantitativa/	Razón

		determinación del PH de la solución problema o muestra		
Bicarbonato	Conocido como hidrogeno carbonatado, es una especie anfótera, es decir, que es a la vez básica y ácida. Ejerce una función de tampón, sobretodo en la sangre en la que permite mantener el potencial hidrógeno ( pH )	Compuesto que al administrarse reacciona con el ácido y neutraliza sus propiedades	Cuantitativa/	Razón
Exceso de bases	Representa la cantidad de base que ha sido agregada a la sangre como resultado de una alteración metabólica primaria o compensatoria	Se obtiene al multiplicar la desviación en el bicarbonato estándar por un factor empírico de 1.2.	Cuantitativa	Razón
Lactato	Molécula derivada del piruvato que se genera principalmente en el músculo cuando es sometido a hipoxia por el proceso conocido como fermentación láctica.	Sustancia que se altera con los cambios de pH.	Cualitativa/	Razón
Potasio	principal ion del interior	Cambios	Cuantitativa	Razón

	de las células	cuantitativos que produce a nivel plasmático		
CO2	Gas que se produce en muchas reacciones metabólicas de oxidación.	Constituye los niveles CO2 en la muestra seleccionada	Cuantitativa	Razón
Anión gap	Es la diferencia entre cationes y aniones medidos en suero o plasma	Valor que se utiliza como referencia para definir acidosis metabólica pura.	Cuantitativa	Razón

#### **4.9 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Técnica de recolección de datos:

El instrumento consiste en boletas de recolección de datos compuesta por 3 secciones detalladas a continuación.

##### **Datos de identificación:**

- Número de registro
- Edad años
- Sexo

##### **Factores de riesgo:**

- Procedencia

#### **4.10 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se realizan varias boletas para recolección de datos, se anotan todos los pacientes comprendidos en la edad de 6 a 12 meses, posteriormente se procede a recolectar datos directamente de resultado de gasometrías realizadas a pacientes al ingreso y posterior al uso de bicarbonato .

#### **4.11 PROCEDIMIENTO PARA GARANTIZAR ASPECTOS ÉTICOS DE INVESTIGACIÓN.**

Se toman las medidas necesarias para que la información recogida sea solamente la necesaria sin tomar en cuenta datos íntimos de pacientes. Clasificación de riesgo mínimo ya que se toman datos del efecto terapéutico del bicarbonato según gasometría, que podría beneficiar a pacientes donde no se cuenten con gasometría.

#### **4.12 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

Inicialmente se procedió a recoger información sobre acidosis metabólica secundaria a diarrea, identificando así las diferentes variables a abarcar, por medio de una hoja de recolección de datos; se categorizó la información obtenida del historial clínico de cada paciente afectado. Se sintetizó la información obtenida en forma de tablas para facilitar su comprensión y análisis. Posteriormente se procede a analizar los datos mediante las técnicas de visualización de datos, comparación de variables, comprensión y demostración de la eficacia del bicarbonato de acuerdo al movimiento de las variables utilizadas.

## V. RESULTADOS

Tabla No. 1

**Incidencia de pacientes con acidosis metabólica asociada a enfermedad  
Diarreica aguda según mes.**

<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>
7	4	6	12	13	3
12%	6%	10%	20%	21%	5%
<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
4	4	2	3	3	0
7%	6%	3%	4%	4%	0%

Fuente: tabla de recolección de datos.

Tabla No. 2

**Sexo de pacientes con acidosis metabólica secundaria a diarreas**

<b>MASCULINO</b>	<b>FEMENINO</b>	<b>TOTAL</b>
34	25	60
57%	42%	100%

Fuente: tabla de recolección de datos.

**Tabla No. 3**

**Distribucion de procedencia de pacientes ingresados con acidosis metabólica  
secundaria a diarreas**

tabla de

<b>Procedencia</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Puerto Iztapa	1	2%
Pasaco	1	2%
Taxisco	1	2%
Guazacapan	2	3%
Chiquimulilla	2	3%
Palín	2	3%
Suchitepequez	2	3%
Siquinalá	2	3%
La Gomera	2	3%
Guanagazapa	3	5%
Masagua	4	7%
La Democracia	4	7%
Puerto San José	6	10%
Santa Lucía Cotzumalguapa	9	15%
Escuintla	19	32%
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

Fuente:

recolección de datos.

**Tabla No 4**

**Valor del pH al ingreso, previo al uso de bicarbonato**

<b>PH</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje</b>
7.4	12	20%
7.3	24	40%
7.2	24	40%
7.15	0	0%

Fuente: Tabla de recolección de datos

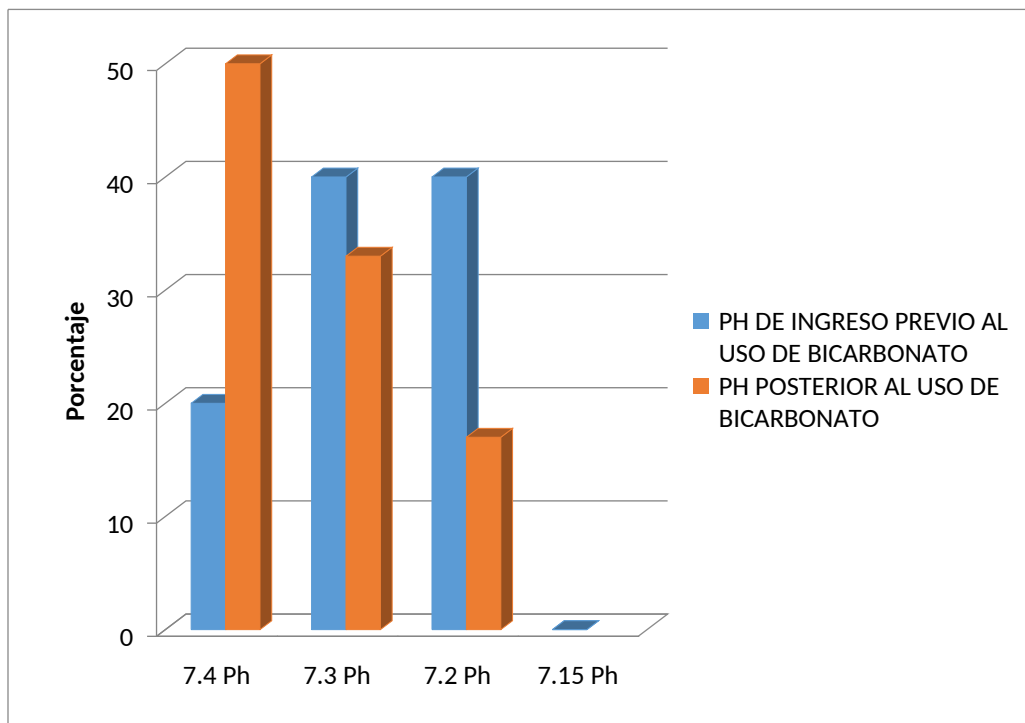
**Tabla No. 5**

**Aumento del pH después de la reposición de bicarbonato**

<b>PH</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>7.4</b>	30	50%
<b>7.3</b>	20	33%
<b>7.2</b>	10	17%

**Grafica No. 1**

**Gráfica comparativa entre PH de Ingreso y posterior al uso de Bicarbonato**



**Tabla No.6**

Comparación entre Exceso de bases inicial y posterior a la reposición de bicarbonato

BEEcf	Antes del uso de Bicarbonato	Porcentaje	Después del uso de bicarbonato	Porcentaje
>+15mmol/l	0	0%	6	10%
>+10 mmol/l	0	0%	32	53%
0 + 5 mmol/l	0	0%	22	37%
<-10 mmol/L	16	27%	0	0%
<-15mmol/L	40	67%	0	0%
<-20mmol/l	4	7%	0	0%
Total	60	100%	60	100%

Fuente: tabla de recolección de datos

**Tabla No. 7**

Comparacion entre bicarbonato de ingreso y después de su uso.

C HO3	Antes del uso de bicarbonato	Porcentaje	Después del uso de bicarbonato	Porcentaje
>25 mmol/l	0	0	16	26%
>20 mmol/l	0	0	40	67%
>15 mmol/l	0	0	4	7%
<10 mmol /l	20	33%	0	0%
<15 mmol/L	36	60%	0	0%
<5mmol/L	4	7%	0	0%
	60	100%	60	100%

Fuente: tabla de recoleccion de datos.

**Tabla No. 8**

**Comparación entre Anión Gap de ingreso y posterior al uso de bicarbonato**

<b>AG</b>	<b>AG inicial</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>AG posterior al Bicarbonato</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>0-5 mmol</b>	4	7%	4	7%
<b>5-10 mmol</b>	26	43%	48	80%
<b>10-15 mmol</b>	30	50%	8	13%

Fuente: tabla de recolección de datos.

**Tabla No.9**

**Lactato inicial**

<b>Lactato</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Normal</b>	52	87%
<b>Aumentado</b>	4	13%

Fuente. Tabla de recolección de datos.

**Tabla No.10**

**Movimiento del potasio posterior al uso de bicarbonato**

<b>Potasio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>porcentaje</b>
<b>Aumenta</b>	10	17%
<b>Disminuye</b>	40	67%
<b>Se mantiene</b>	10	17%

Fuente: tabla de recolección de datos.

**Tabla No.11**

**Comparacion entre CO2 de ingreso y posterior al uso de bicarbonato.**

<b>CO2</b>	<b>CO2 inicial</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>CO2 posterior al uso de bicarbonato</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>&gt;45 mmHg</b>	0	0%	0	0%
<b>&lt;35 mmHg</b>	56	93%	44	73%
<b>35 y 45 mmHg</b>	4	7%	16	27%
<b>Total</b>	60	100%	60	100%

Fuente: ver tabla de recolección de datos.

## VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

Los pacientes que fueron ingresados con diagnóstico de acidosis metabólica y enfermedad diarreica aguda en el servicio de medicina pediátrica del Hospital Nacional de Escuintla durante el mes de enero a diciembre de 2017 que cumplieron con los criterios de inclusión previamente descritos constituyendo una muestra total de 60 pacientes.

Tabla No. 1: La incidencia de diarreas tiene un alza en los meses de marzo abril y mayo el cual concuerda con el análisis de la situación epidemiológica de enfermedades transmitidas por agua 2016 (1,28) además con el inicio de la temporada lluviosa abril mayo y junio y con ello aumento de las enfermedades transmitidas por agua y/o alimentos contaminados, el cual según la Organización Mundial de la Salud, el 70 % de los casos se deben al consumo de alimentos contaminados.

Tabla No. 2. La mayoría de pacientes fueron del sexo masculino (58%) una proporción coincide con la bibliografía revisada en el cual predomina el sexo masculino (1) en el Centro de salud Lacma desde enero al 25 de junio del 2010 se evaluó (53.2%) pacientes varones y (46.8%) pacientes *mujeres*.

Tabla No. 3 La procedencia de los pacientes en estudio predominan en la cabecera departamental de Escuintla con un 19% de pacientes y sus diferentes areas rurales, asociado a los municipios mas cercanos como lo es Santa Lucia cotzumalguapa 15% y posteriormente con porcentaje similar (7%)Puerto San Jose, Masagua y la Democracia. Se observa tambien la incidencia de casos procedentes de otros municipios cercanos como lo es Pasaco, Chiquimulilla, Suchitepequez.

Tabla No. 4,5 y Grafica No. 1 Se registró un pH de ingreso un 40 % proporcionalmente distribuido entre 7.3 y 7.2 correspondiendo con los lineamientos establecidos en las Pautas de tratamiento en Pediatría de Medellín Colombia sobre acidosis metabólica (12) El PH después de la reposición de bicarbonato, el 50 % aumentó de 0.2 en relacion al PH inicial llegando así a un PH de 7.4, el 33 % aumentó 0.1 aumentando a un PH de 7.3 todo en función de la severidad de acidosis, en el cual concuerda según la Revista el Residente 2015 ya que la segunda regla de oro de bicarbonato establece un aumento de 0.15 unidades de pH por el aumento de 10 unidades del deficit de bases (27), en la gráfica comparativa se puede observar el aumento del pH inicial con el posterior al uso de bicarbonato.

Tabla No. 6 Se observó que la mayoría de pacientes (66%) ingreso con un exceso de bases en  $-15\text{mmol/l}$  , el 26% estaba en  $-10\text{mmol/L}$  por lo cual se constato que se administró bicarbonato a todos los pacientes con exceso de bases mayor a  $-10\text{mmol/L}$  correspondiendo este al 100% de pacientes estudiados. Cumpliendo asi las 3 indicaciones de administración de bicarbonato, coincidiendo con las indicaciones impuestas en Guia de practica clínica GPC Mexico 2010 en algunas solo se cumplieron 2 de las mismas sin embargo la respuesta clínica y gasométrica de los mismos fue la adecuada. (17) Además se puede constatar el aumento del exceso de bases posterior a la reposición en el cual el 53% aumento de 10 a 15  $\text{mmol/L}$  y el 37% aumento 5 a 10  $\text{mmol/L}$ . Se constata que este 53% que aumentó de 10 a 15  $\text{mmol/l}$  de exceso de bases llegó a valores aceptables.

Tabla No. 7 Se observa que el 60% de pacientes ingreso con un bicarbonato menor a 15  $\text{mmol/L}$  y un 33 % menor de 10  $\text{mmol/l}$ ; se manifestó un aumento del bicarbonato de 10 a 15  $\text{mmol/l}$  en un 67% de pacientes y en el cual se observa se cumple la segunda regla de oro ya que la mayor proporción aumentó 10  $\text{meq/l}$  de bicarbonato casi proporcional al exceso de bases descrito en Revista el Residente 2015 (27) y el 26% aumentó de 5 a 10  $\text{mmol/l}$  de bicarbonato; en la gráfica se constata que el 67% normalizó el bicarbonato después de la reposición del mismo.

Tabla No. 8 Anion Gap inicial, el 50 % se encontraba dentro de valores adecuados concordando con una acidosis metabólica hiperclorémica, el 43% se encontraba ligeramente aumentado lo que cumple con la ley de electro neutralidad descritas en Arch.argent.pediatr 2005 que establece que las cargas eléctricas positivas de los cationes y negativas estan en equilibrio ya que se observa que este disminuye en el 80% de pacientes posterior a la reposición de bicarbonato, solo el 13% se mantiene y en el 7% aumentó el mismo. (29)

Tabla No. 9 Lactato inicial, normal de 0 a 5  $\text{mmol/L}$  en el 87 % ya que considerando el pH inicial de los pacientes en estudio la mayoría no tenían enfermedad concomitante que pudiera aumentarlo. Solamente el 13 % presentó un lactato inicial mayor a 5  $\text{mmol/L}$ , con el cual se puede asociar a la disminución del riego sanguíneo periférico que va a reducir la oferta de oxígeno ( $\text{DO}_2$ ) a los tejidos descrita en el Acta Costarricense de pediatría (7)

Tabla No. 10 El potasio posterior a la administración de bicarbonato, el 67 % disminuye y el 17 % se mantiene reflejando que durante las diarreas se pierden hasta 25 % del

potasio total, además que según estudios en pacientes fallecidos por EDA que los musculos habian perdido 40% de su potasio evidenciado en Acta Costarricense de pediatria. De alli que el potasio en gasometría inicial este normal o aumentado y posterior a la reposición de bicarbonato disminuya. (7,30)

Tabla No. 11 CO<sub>2</sub> inicial, el 93% se encontraba disminuido menor a 35 mmHg cumpliendo con la respuesta compensatoria a acidosis metabólica que es la hiperventilación y con esto la disminución del CO<sub>2</sub> haciendo el esfuerzo por mantener el equilibrio en la ecuación de Henderson Hasselbalch ya que por cada mmol/l de descenso del HCO<sub>3</sub> debe haber un descenso de 1mmHg de CO<sub>2</sub> descrito en la Revista cubana de pediatria (4) Justificando asi el uso de bicarbonato cuando uno de los mecanismos compensatorios esta por colapsar: Posterior a la administración de bicarbonato se observa un aumento de CO<sub>2</sub> del 73 % en 0 a 5 mmHg el cual responde adecuadamente manteniendo el equilibrio acido base en cumplimiento asi de la primera regla de oro del uso de bicarbonato que por cada 10mmHg que varia la PCO<sub>2</sub> el pH es inversamente proporcional al mismo. (27) Además se observa que al ser poco el aumento de CO<sub>2</sub> solo el 20 % de pacientes llego a un CO<sub>2</sub> normal y ninguno sobrepaso los valores adecuados.

## 6.1 CONCLUSIONES

- La presente investigación demostró que el bicarbonato fué eficaz en el tratamiento de la acidosis metabólica secundaria a enfermedad diarreica aguda.
- Se evidencia que la acidosis metabólica afecta mayormente a los menores de un año del sexo masculino, procedentes del municipio de Escuintla.
- La mayor cantidad de pacientes estudiados se reportaron entre abril y mayo correspondiendo así con el corredor endémico para Guatemala.
- Pudimos notar que el PH se normalizó después de la reposición de bicarbonato.
- El exceso de bases y el bicarbonato aumentaron proporcionalmente al uso de bicarbonato.
- Se justificó adecuadamente el uso de bicarbonato según indicación gasométrica, se cumplió con 2 de las 3 indicaciones de uso de bicarbonato.
- El potasio disminuye proporcionalmente a la efectividad del bicarbonato.
- Se mantiene la electroneutralidad plasmática evidenciado en que el Anion Gap disminuyó en la mayoría de pacientes.
- Para finalizar se evidenció que el  $\text{CO}_2$  se mantuvo dentro de parámetros adecuados a pesar de la reposición de bicarbonato.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

- Se sugiere implementar plan educacional a nivel de Área de salud sobre enfermedades diarreicas aguda para disminuir la incidencia de acidosis metabólica secundaria esta.
- Se recomienda al Departamento de Pediatría del Hospital de Escuintla elaborar protocolo de manejo de acidosis metabólica secundaria a enfermedad diarreica aguda
- Al departamento de pediatría Estudiar con mayor detalle la morbilidad asociada a acidosis metabólica.
- Se recomienda al Hospital Nacional de Escuintla y al Departamento de Pediatría realizar más estudios sobre la relación entre factores de riesgo y complicaciones secundarias a enfermedades diarreicas para poder actuar de forma oportuna.

### 6.3 BIBLIOGRAFÍA

1. Guatemala. Ministerio de salud pública y asistencia social. Análisis de la situación epidemiológica de las enfermedades transmitidas por agua y alimentos. Guatemala: MSPAS; 2016.
2. Patiño JF, Celis E, Díaz JC. Gases Sanguíneos fisiología de la respiración e insuficiencia respiratoria aguda. 8 ed. Bogotá: Médica Panamericana; 2014: p. 58-69.
3. Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF, Schor NF. Tratado de Pediatría de Nelson. 19 ed. Barcelona: Elsevier; 2013: vol. 1 p. 245-248.
4. Menéndez BS. Alteraciones del equilibrio Acido Básico [en línea]. Habana: Rev. Cubana; enero-marzo 2006 [citado jul 2018]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74932006000100011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74932006000100011)
5. Ruiz MJ, Ortiz C, Sánchez JJ, Peña Agüera A. Trastornos del equilibrio Acido-Base. Málaga: Campus universitario Teatinos; 2010: 3-30.
6. Hernando L, Alijama García P, Arias Rodríguez M, Egido J, Díaz CC, Lamas Peláez S. Nefrología clínica. 2 ed. Madrid: Panamericana; 2008: p.39-103.
7. Pizarro Torres D. Cambios Metabólicos durante la deshidratación aguda por enfermedad diarreica. Acta Pediátrica Costarricense; 1997; (11): 97-105.
8. Arrollo RA. Algoritmos en Nefrología Modulo 1. 1 ed. Madrid: Grupo Editorial Nefrología; 2011: p. 20-22.
9. Cruz Hernández M, Jiménez Gonzales R. Tratado de Pediatría. Barcelona: Nueva edición Océano/ergon; 2007: vol. 1 p. 734-735.
10. González JM, Milano G. Trastornos hidroelectrolíticos. Equilibrio ácido base en pediatría [en línea]. Málaga: Hospital universitario; 2014 [citado jul 2018]: 300-311. Disponible en: [www.apcontinuada.com/es-trastornos-hidroelectroliticos-equilibrio-acido-base-articulo-S1696281814702082](http://www.apcontinuada.com/es-trastornos-hidroelectroliticos-equilibrio-acido-base-articulo-S1696281814702082)
11. Prieto JM, Franco S, Mayor E, Palomino J, Prieto JF. Alteración del equilibrio ácido base. Dialisis y Transplante. España: Elsevier; 2012. 32 (6): 646-660.
12. Vargas Flores T. Acidosis metabolica. Bolivia: Rev. Act. Clin. Med; enero 2013. 40 (40): 2103-2107.

13. Gómez JF, Gómez LF, Quevedo A. Pautas de tratamiento en pediatría. 4 ed. Medellín: Universidad de Antioquía; 2008: p. 24-26.
14. Pizarro Torres D. Alteraciones hidroelectrolíticas y ácido-base más frecuentes en el paciente con diarreas. México: Bol. Med. Hosp. Infant. Mex; 2005. 62 (1): 57-68.
15. Lewis J. Acidosis Metabólica [en línea] Estados Unidos: MSD; mayo 2016 [citado en mayo 2018]. Disponible en:  
[https://www.msmanuals.com/es/professional/trastornos-endocrinos-y-metab%C3%B3licos/regulaci%C3%B3n-y-trastornos-del-equilibrio-%C3%A1cido-base/trastornos-del-equilibrio-%C3%A1cido-base#v987362\\_es](https://www.msmanuals.com/es/professional/trastornos-endocrinos-y-metab%C3%B3licos/regulaci%C3%B3n-y-trastornos-del-equilibrio-%C3%A1cido-base/trastornos-del-equilibrio-%C3%A1cido-base#v987362_es)
16. Nieto Rios JF. Enfoque Diagnóstico de la Acidosis metabólica. En XXII Simposio de Residentes de Medicina Interna Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana; 2016. p.73-88.
17. Estados Unidos Mexicanos. Gobierno Federal, Consejo de Salubridad General. Diagnóstico y Tratamiento del Desequilibrio Acido-Base. Referencia Rápida. IMSS 2010.
18. Riverón R. L. Mena Miranda V. R. Desequilibrio hidroelectrolítico y ácido-base en la diarrea. Habana: Rev. Cubana Pediatría; 2000 Jul; 72 (3): 170-182.
19. Hernández Rodríguez M. Pediatría. 2 ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 1994: p. 460-464
20. Ferreira JP. Acidosis metabólica. Monte de Oca: Conceptos Actuales. Rev. Elizalde; 2015 Dic; 6 (1): 16-19.
21. Estrada Choque E. Acidosis Metabólica equilibrio [en línea] Perú; 2001 [citado mayo 2018] Disponible en:  
<https://www.reeme.arizona.edu/materials/Acido%20Base%20Equilibrio.pdf>
22. Botas Soto I, Ferreiro Marín A, Soria B. Deshidratación en niños. Santa Fe: Centro Médico ABC; 2011 Sep. 56 (3): 146-155.
23. Ferrer M. Ordoñez O. Palacios A, et al. Manual de Urgencias en Pediatría. 1 ed. Madrid: Ergon; 2011: p. 73-76.
24. Urbina H, Lunar S, Vizcaíno T, Sánchez M, Rosario CL. Hidratación parenteral en diarrea aguda. Venezuela: Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría; 2014; 77 (2): 87-92.

25. Ordóñez Álvarez F. Alteraciones del equilibrio ácido-base [en línea]. Continuum AEP; 2012 [citado 18 Jun 2018] (2):1-32. Disponible en: [https://continuum.aeped.es/files/guias/Material\\_descarga\\_unidad\\_2\\_patologia\\_nefrologica.pdf](https://continuum.aeped.es/files/guias/Material_descarga_unidad_2_patologia_nefrologica.pdf)
26. Barranco Ruiz F, Blasco Morilla J, Morales Mérida A. Principios de urgencias emergencias y cuidados [en línea]. Alhulia; 2017 [citado en junio 2018]. Disponible en: <https://www.uninet.edu/tratado/c0501i.html>
27. Reyes Palomino AM, Márquez H, Muñoz Ramírez CM, Toledo L, Zarate P, Almeida E. Aplicación y utilidad de las reglas de oro del bicarbonato. México: El Residente; 2015; 10 (2): 83-87.
28. Prego J, Bello O, Protasio L, Iriarte R. Diarrea grave en la emergencia. Uruguay: Archivo pediátrico de Uruguay; 2001: 18-28.
29. Ramírez JA, Coccia P. Brecha aniónica plasmática. Argentina: Archivos argentinos pediátricos; 2005; 103 (1): 51-54.
30. Meza García M. Disturbios del estado ácido básico en el paciente crítico [en línea]. Lima: Acta médica peruana; 2011 [citado en mayo 2018] 28 (1): 46-55. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172011000100008](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172011000100008)

## VIII ANEXOS

### 8.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.

Procedencia: Escuintla:\_\_\_ Chiquimulilla:\_\_\_ Santa Lucia\_\_\_ Masagua\_\_\_ La democracia\_\_\_ Puerto san José \_\_\_ Siquinala\_\_\_ La Gomera\_\_\_ Guanagazapa\_\_\_ otros\_\_\_

<b>Sexo</b>	
masculino	
femenino	
<b>¿En cuánto se encontraba el pH previo al uso de bicarbonato?</b>	
7.4	
7.3	
7.2	
7.15	
<b>¿Cuánto mejoró el pH después de la reposición de bicarbonato?</b>	
0,5mmol	
5-10 mmol	
10-15 mmol	
<b>Anión Gap Inicial</b>	
0-5mmol/l	
5-10 mmol	
10-15 mmol	
<b>Movimiento del anión gap después de la reposición</b>	
Aumentado	
Disminuye	

se mantiene	
<b>Del lactato y bicarbonato relación</b>	
Normal	
Aumentado	
<b>Movimiento del potasio posterior al uso de bicarbonato</b>	
Aumentado	
Disminuye	
Se mantiene	
<b>C02 inicial</b>	
Aumentado	
Disminuido	
Normal	
<b>¿Cuánto aumentó el C02 posterior al uso de bicarbonato?</b>	
5-10mmol	
10-15 mmol	
15-20	
ms de 20	
<b>¿Cuántos pacientes necesitaron infusión de bicarbonato?</b>	
<b>¿Cuánto aumentó el bicarbonato?</b>	
5-10 meq/L	
10-15Meq/L	

15-20Meq/L	
<b>¿Cuánto aumentó el exceso de bases?</b>	
<15 a 10 meq/L	
<10 a 5meq/l	
<5 a 0 meq/L	