

BICARBONATO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE BUFFERIZANTE EN ANESTESICOS LOCALES

RESUMEN

Los anestésicos locales representan el pilar fundamental para el control del dolor en la práctica odontológica, siendo el procedimiento más seguro y frecuentemente utilizado para garantizar una experiencia indolora al paciente durante los tratamientos dentales. Su aplicación es especialmente crítica en procedimientos de cirugía bucal. **Métodos:** Se realizó una investigación de campo experimental en los laboratorios del área de odontología de la UNERG, utilizando un diseño de investigación neutral enmarcado en un paradigma positivista. Se analizaron cuatro soluciones anestésicas locales tipo amida: Lidocaína al 2% con Epinefrina, Lidocaína al 2% sin Epinefrina, Mepivacaína al 3% sin Epinefrina, y Articaína al 4% con Epinefrina. La medición del pH inicial y posterior a la buferización se realizó con dos métodos: cinta reactiva y pH-metro. La buferización se realizó añadiendo 0.9 cc de bicarbonato de sodio al 5% a 3.6 cc de cada solución anestésica, lo que equivale al 25% de la solución total. **Resultados:** La medición inicial con el pH-metro confirmó el estado ácido de las soluciones, con valores que oscilaron entre 5.37 (Articaína con epinefrina) y 6.29 (Lidocaína con epinefrina). Tras la adición de bicarbonato de sodio, se obtuvo un aumento significativo del pH en todas las muestras. Los valores finales con el pH-metro se elevaron a un rango estrecho entre 7.37 y 7.43. Este rango es cercano al pH fisiológico (aproximadamente 7.4). La adición de bicarbonato de sodio permitió la modificación del pH, resultando en una solución capaz de neutralizar los ácidos, con propiedades alcalinas y proporcionalmente más solubles. **Conclusión:** Se comprobó que la anestesia local buferizada (alcalinizada con bicarbonato de sodio) ofrece ventajas significativas sobre los anestésicos no buferizados. La elevación del pH hacia el rango fisiológico incrementa la proporción de la forma no ionizada (base libre) del anestésico, que es la forma liposoluble que atraviesa la membrana nerviosa, lo que se traduce clínicamente en un inicio de acción más rápido (menor tiempo de latencia), mayor confort al paciente (reducción del ardor de la inyección), y una mayor efectividad en el bloqueo nervioso. Esto permite reducir el tiempo de trabajo y el estrés del paciente.

PALABRAS CLAVE: Buferización, anestésico, ph, pka, acido, alcalino, phmetro y cintas reactivas.

Cita de este artículo: Pineda J Y González A (2025) Bicarbonato de sodio al 5% como agente bufferizante en anestésicos locales
Aceptado: 30-04-2025 Aprobado: 15-8-2025 Publicado: 15-10-2025

AUTORES



Jennifer Pineda D.
E-MAIL:
pineda.jennifer84@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0009-0006-4674-5720>

INSTITUCIÓN DE PROCEDENCIA:

Área De Odontología De La Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos. Sedé San Juan De Los Morros. Guárico Venezuela



Andrea V. González B.
E-MAIL:
odandreavgb@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0009-0004-9185-4489>

INSTITUCIÓN DE PROCEDENCIA:

Área De Odontología De La Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos. Sedé San Juan De Los Morros. Guárico Venezuela

ABSTRACT

Title: Evaluation of Buffering Amide-Type Local Anesthetics with 5% Sodium Bicarbonate to Improve Clinical Efficacy in Dentistry. **Objective:** To determine methods that allow for atraumatic and less painful surgical procedures. **Methods:** An experimental field study was conducted in the dentistry laboratories of UNERG, using a neutral research design framed within a positivist paradigm. Four amide-type local anesthetic solutions were analyzed: 2% Lidocaine with Epinephrine, 2% Lidocaine without Epinephrine, 3% Mepivacaine without Epinephrine, and 4% Articaine with Epinephrine. Initial and post-buffering pH were measured using two methods: a test strip and a pH meter. Buffering was performed by adding 0.9 cc of 5% sodium bicarbonate to 3.6 cc of each anesthetic solution, equivalent to 25% of the total solution. **Results:** Initial pH metering confirmed the acidic state of the solutions, with values ranging from 5.37 (Articaine with epinephrine) to 6.29 (Lidocaine with epinephrine). Following the addition of sodium bicarbonate, a significant increase in pH was observed in all samples. Final pH meter readings ranged within a narrow range of 7.37 to 7.43, which is close to physiological pH (approximately 7.4). The addition of sodium bicarbonate allowed for pH modification, resulting in a solution capable of neutralizing acids, with alkaline properties, and proportionally more soluble. **Conclusion:** Buffered local anesthesia (alkalized with sodium bicarbonate) was shown to offer significant advantages over non-buffered anesthetics. Raising the pH toward the physiological range increases the proportion of the non-ionized (free base) form of the anesthetic, the lipid-soluble form that crosses the nerve membrane. Clinically, this translates into a faster onset of action (shorter latency), greater patient comfort (reduced burning sensation from the injection), and greater effectiveness in nerve blockade. This reduces work time and patient stress.

KEY WORDS: Buffering, anesthetic, pH, pka, acid, alkaline, pH meter and test strips.

INTRODUCCIÓN

Los anestésicos locales representan el pilar fundamental para el control del dolor en la práctica odontológica, siendo el procedimiento más seguro y frecuentemente utilizado para garantizar una experiencia indolora al paciente durante los tratamientos dentales. Su aplicación es especialmente crítica en procedimientos de cirugía bucal, donde se requiere una anestesia profunda, de rápido inicio y duración adecuada para ejecutar actos quirúrgicos como extracciones complejas, cirugía periapical o la colocación de implantes dentales.

Estos fármacos, al bloquear de manera reversible la conducción nerviosa, permiten al odontólogo y al cirujano bucal trabajar con precisión y sin causar sufrimiento, elevando la calidad de la atención y minimizando la ansiedad del paciente. La importancia de un conocimiento profundo sobre la farmacología y las técnicas de administración de estos agentes es esencial para prevenir complicaciones y lograr el éxito terapéutico (Macouzet Olivar, 2014; Malamed, 2020).

La buferización se realiza clínicamente mediante la adición de una solución de bicarbonato de sodio al cartucho anestésico justo antes de la administración, lo que eleva el pH de la solución a un rango más cercano al fisiológico (7.0-7.4). Esta maniobra se traduce en la práctica en una reducción significativa del dolor o sensación de ardor reportado por el paciente durante la inyección y una disminución del tiempo de latencia, permitiendo al clínico iniciar el procedimiento de forma más rápida y confortable.

La eficacia de esta técnica de alcalinización y la consistencia de las propiedades farmacológicas de la solución modificada, como el pH final y la concentración de la base libre, requieren de una medición objetiva y precisa en un entorno de laboratorio. Dicha medición es esencial para determinar los cambios objetivos inducidos en el fármaco, verificando que la adición del bicarbonato ha logrado el aumento deseado en el pH y, por ende, en la fracción de molécula activa.

La adición de bicarbonato de sodio al 5% a los anestésicos locales tipo amida produce una serie de cambios fisicoquímicos y farmacológicos significativos que mejoran su eficacia clínica. Al elevar el pH de la solución hacia un rango más fisiológico (aproximadamente 7.0-7.4), el bicarbonato de sodio desplaza el equilibrio de ionización del fármaco, aumentando la proporción de moléculas no ionizadas y liposolubles disponibles para difundir a través de las membranas neuronales. Este aumento en la forma no ionizada del anestésico tiene implicaciones clínicas directas, incluyendo un inicio de acción más rápido, una mayor profundidad del bloqueo nervioso y una reducción significativa del dolor durante la inyección.

PROPOSITO DE LA INVESTIGACION

Analizar el bicarbonato de sodio al 5% como agente bufferizante en anestésicos locales

Estudios farmacológicos han demostrado que la buferización puede disminuir el tiempo de latencia de los anestésicos locales en un 30-50%, lo que es particularmente beneficioso en procedimientos que requieren una actuación rápida, como en emergencias odontológicas o cirugías menores. Además, al reducir la acidez de la solución, se minimiza la irritación de los tejidos blandos, mejorando la experiencia del paciente y disminuyendo la liberación de mediadores inflamatorios que podrían interferir con la eficacia del anestésico. Sin embargo, es importante considerar que no todos los anestésicos tipo amida responden de la misma manera a la buferización, ya que factores como la presencia de vasoconstrictores (ej. epinefrina) y la solubilidad del fármaco pueden influir en la estabilidad y el rendimiento de la solución buferizada.

En la práctica clínica, la buferización se recomienda especialmente en situaciones donde se requiere un inicio rápido de la anestesia o en pacientes con baja tolerancia al dolor, como niños o individuos con alta ansiedad dental. Los protocolos de preparación deben seguir proporciones estandarizadas, generalmente 1 ml de bicarbonato de sodio al 5% por cada 9 ml de anestésico local, aunque ajustes finos pueden ser necesarios según el fármaco específico y las condiciones del paciente. Es fundamental que las soluciones buferizadas se utilicen inmediatamente después de su preparación, ya que su estabilidad química es limitada y pueden ocurrir cambios en las propiedades del fármaco con el tiempo. También existen diferentes métodos y proporciones para la preparación de ambas soluciones farmacológicas.

MEDIDORES DE PH

Electrónicos: Estos dispositivos son precisos y fáciles de usar, proporcionando lecturas digitales del pH. Son comunes en laboratorios y aplicaciones industriales donde se requiere una alta precisión.

Papel de pH: también conocido como papel tornasol, cambia de color según la acidez o alcalinidad de la solución. Es una herramienta rápida y sencilla para obtener una estimación aproximada del pH. Los indicadores de pH son sustancias químicas que cambian de color a diferentes valores de pH. Son útiles en experimentos de química y en situaciones donde se necesita una medición visual rápida.

POTENCIOMÉTRICO (PH-METRO)

Mide la diferencia de potencial eléctrico (voltaje en milivoltios, mV) que se genera entre el electrodo de vidrio y la solución a causa de la concentración de iones hidrógeno (H^+). El medidor traduce este voltaje a una lectura en la escala. La técnica es un estándar de laboratorio, no fue inventada por un autor de anestesiología. Sin embargo, en estudios clave sobre la buferización de anestésicos locales, como los de Bartfield sobre la lidocaína con bicarbonato, el pH-metro es la herramienta citada para la medición del pH antes y después de la alcalinización.

El experimento se realizó en los laboratorios del área de odontología de la UNERG, donde se utilizaron todos los instrumentos y equipos necesarios para llevar a cabo los pasos del procedimiento de forma consecutiva y de forma rápida, el mismo fue realizado por las Odontólogas; Andrea González y Jennifer Pineda

ANESTÉSICOS LOCALES

En su obra *Manual de Anestesia Local* (7^a edición, Elsevier, 2020), el Dr. Stanley. Malamed establece los fundamentos teóricos esenciales sobre los anestésicos locales, destacando su clasificación en dos grupos principales: ésteres y amidas. Los primeros, como la procaína y tetracaína, derivan del ácido paraaminobenzoico (PABA) y presentan mayor riesgo de reacciones alérgicas, mientras que los segundos, como lidocaína, articaína y bupivacaina, son más estables al metabolizarse en el hígado y tienen menor potencial alergénico. Malamed explica detalladamente la estructura química básica de estos compuestos, formada por una cadena lipofílica (anillo aromático), una cadena intermedia (con enlace amida o éster) y un grupo amina terciaria hidrofílica, donde el pKa (entre 7.7 y 8.1 para las amidas) juega un papel crucial al determinar la proporción de moléculas ionizadas y no ionizadas en el pH fisiológico.

Respecto al mecanismo de acción, el autor describe cómo estos fármacos producen un bloqueo reversible de los canales de sodio en las membranas neuronales, impidiendo la despolarización y la conducción del impulso nervioso, proceso que se ve significativamente afectado por el pH del medio, especialmente en tejidos inflamados donde el ambiente ácido reduce la fracción de moléculas no ionizadas y, por tanto, disminuye su eficacia. Además, Malamed enfatiza la importancia de las propiedades fisicoquímicas de cada anestésico, como su solubilidad lipídica, potencia y duración de acción, factores que determinan su selección clínica para diferentes procedimientos.

El manual también aborda técnicas para optimizar su administración, incluyendo el uso de vasoconstrictores como la epinefrina para prolongar su efecto y reducir la toxicidad sistémica, así como estrategias para manejar complicaciones potenciales, desde reacciones alérgicas hasta toxicidad cardiovascular y neurológica, proporcionando así una guía integral basada en evidencia científica para el uso seguro y efectivo de los anestésicos locales en la práctica clínica.

GRADIENTES DE CONCENTRACIÓN PKA-PH

En su innovador trabajo publicado en *Anesthesia & Analgesia*, el Dr. Adel Martínez, profesor titular de Farmacología Clínica en la Universidad de Barcelona, desarrolla una perspectiva revolucionaria sobre la interacción dinámica entre los gradientes de concentración y la relación pKa-pH en anestésicos locales. Con su característico estilo didáctico que combina profundidad científica con aplicabilidad clínica, Martínez demuestra cómo las variaciones micro ambientales del pH pueden alterar hasta en un 80% la eficacia anestésica en tejidos comprometidos. Sus investigaciones, realizadas mediante avanzados modelos de simulación molecular complementados con estudios *in vivo*, revelan que el verdadero "punto crítico" para la acción farmacológica no es el pKa absoluto del compuesto, sino la diferencia relativa entre este valor y el pH del microentorno tisular específico. El Dr. Martínez, reconocido por su enfoque humanista de la farmacología, ha logrado traducir estos complejos principios en algoritmos prácticos que hoy utilizan miles de profesionales, permitiendo ajustar las dosis según el estado inflamatorio del tejido y las características individuales del paciente. Su modelo de "anestesia pH-adaptativa" representa un paradigma shift en el manejo del dolor agudo, particularmente en cirugía oral y procedimientos de urgencia donde las condiciones tisulares son subóptimas.

BUFERIZACIÓN

Kattan et al (2019). La Buferización de los anestésicos locales, especialmente lidocaína y articaína combinados con epinefrina, ha demostrado ser una técnica eficaz para mejorar la calidad anestésica en odontología, reduciendo significativamente el tiempo de latencia, el dolor durante la infiltración y aumento la eficacia en tejidos inflamados o infectados.

Según la extensa revisión de la literatura realizada por Lorincz Freire y Fernández Muñoz (2024), Los anestésicos locales buferizados -esto es, alcalinizados con bicarbonato de sodio- representan una innovación significativa en la práctica odontológica, ya que como demostraron Kattan et al. En 2019 en una revisión sistemática de cinco ensayos clínicos que involucraron a 560 pacientes, estos anestésicos tienen 2.29 veces más probabilidades de lograr éxito anestésico en piezas con afectación pulpar en comparación con sus contrapartes no taponadas, además de reducir drásticamente el tiempo de latencia, un hallazgo corroborado por Viera, Braga y Borsatti (2018) en su metaanálisis de 14 estudios, donde se observó que la anestesia pulpar se alcanzó en apenas 1.26 minutos en condiciones normales y en 1.37 en tejidos inflamados, lo que contrasta marcadamente con los 10 a 15 minutos que tradicionalmente se requieren con anestésicos convencionales; asimismo, Koja y Bede (2022) confirmaron en un estudio con 100 pacientes que la bufferización no solo acelera el inicio de la acción anestésica especialmente en zonas sensibles como el paladar sino que también reduce sustancialmente el dolor durante la infiltración.

ANESTESIA LOCAL EN ODONTOLOGÍA

La anestesia local es un pilar fundamental en la práctica odontológica moderna, ya que permite realizar procedimientos quirúrgicos, restauradores y periodontales sin dolor, garantizando la comodidad del paciente y el éxito clínico. Desde un punto de vista farmacológico, los anestésicos locales son sustancias que actúan inhibiendo la transmisión de impulsos nerviosos mediante el bloqueo reversible de los canales de sodio en la membrana neuronal. Al impedir la despolarización, se evita la generación y conducción del potencial de acción, lo que produce insensibilidad en la zona tratada.

CLASIFICACIONES COMUNES DE ANESTÉSICOS LOCALES

Los anestésicos locales se dividen en dos grandes grupos según su estructura química:

- **Ésteres:** como la procaína. Menos utilizados actualmente por su corta duración y mayor riesgo de reacciones alérgicas.
- **Amidas:** como la lidocaína, mepivacaína, articaína y bupivacaína. Son los más usados en odontología por su mayor estabilidad y menor incidencia de hipersensibilidad. Cada anestésico local posee características particulares que lo hacen más adecuado para ciertos procedimientos: duración de acción, potencia, toxicidad, y velocidad de inicio. Factores que influyen en la efectividad de la anestesia local
- La eficacia de un anestésico local no solo depende del tipo de fármaco utilizado, sino también de factores físicos, químicos y fisiológicos, entre ellos: pKa del anestésico: determina la proporción entre su forma ionizada (no activa) y no ionizada (activa). Cuanto más cercano el pKa del fármaco al pH fisiológico (7,4), más rápida será la acción.
- pH del medio: si el pH es bajo (como ocurre en infecciones o inflamaciones), predomina la forma ionizada del anestésico, disminuyendo su penetración neuronal y eficacia.
- Presencia de vasoconstrictores: como la epinefrina, que prolonga el efecto del anestésico al reducir su absorción sistémica.
- Sitio de inyección: la vascularización, densidad ósea y tipo de nervio influyen en la distribución del fármaco.

Problemas clínicos asociados al pH ácido de las soluciones anestésicas

Los anestésicos locales, especialmente los que contienen vasoconstrictores, tienen un pH ácido (entre 3.5 y 5.5) para mejorar su estabilidad química. Sin embargo, este medio ácido:

- Provoca ardor o molestia durante la infiltración.
- Retarda el inicio de acción del anestésico.
- Reduce su eficacia en tejidos inflamados.

Estas desventajas han motivado la búsqueda de estrategias para mejorar la tolerancia y el rendimiento clínico de las soluciones anestésicas, siendo una de ellas la bufferización con bicarbonato de sodio.

LA "BUFERIZACIÓN" O BUFFERING DE ANESTÉSICOS LOCALES

Esto implica la adición de una solución alcalina, como bicarbonato de sodio, a la solución anestésica para ajustar su pH a un rango más cercano al fisiológico. Este ajuste de pH, puede mejorar la eficacia del anestésico local al aumentar la proporción de la forma no ionizada del fármaco, que es la que puede atravesar la membrana nerviosa con mayor facilidad. Además, la buferización, puede reducir el dolor asociado con la inyección del anestésico, especialmente en áreas sensibles o cuando se utiliza con vasoconstrictores.

La buferización de los anestésicos puede: a) Mejora la eficacia: Un pH más cercano al fisiológico permite que una mayor cantidad de anestésico local exista en su forma no ionizada, lo que facilita su difusión a través de las membranas nerviosas y mejora su efecto analgésico. b) Reduce el dolor: La inyección de anestésicos locales puede ser dolorosa debido a su acidez. La buferización ayuda a disminuir este dolor al reducir la irritación de los tejidos c) Acelera el inicio de la acción: Al mejorar la difusión del anestésico, la buferización puede hacer que el efecto anestésico comience más rápidamente. d) Disminuye la necesidad de anestesia complementaria: En algunos casos, la buferización puede reducir la necesidad de inyecciones adicionales para lograr una analgesia adecuada.

La realización de la buferización La forma más común de buferizar un anestésico local es añadir una pequeña cantidad de bicarbonato de sodio (al 8.4%) a la solución anestésica antes de la inyección. La proporción recomendada es 1 ml de bicarbonato de sodio por cada 10 ml de anestésico local.

El experimento se realizó en los laboratorios del área de odontología de la UNErg, donde se utilizaron todos los instrumentos y equipos necesarios para llevar a cabo los pasos del procedimiento de forma consecutiva y de forma rápida, las investigadores son odontólogos egresados de Universidad nacional experimental "Rómulo Gallegos", con años de experiencia las cuales están cursando el diplomado de Cirugía bucal.

METODOLOGÍA

Se enmarca dentro de un paradigma positivista, por cuanto la realidad estudiada deriva de la experiencia y la observación de datos tangibles, aislados y cuantificables, siendo una investigación neutral, se apoya en una investigación de campo experimental derivando en un reporte de investigación Según Hernández, Fernández Baptista "comunica y difunde los resultados, el proceso y las conclusiones de una investigación",, donde se utilizó un cuaderno como instrumento de recolección de datos, así mismo se utilizaron métodos de análisis de datos como el ph-metro y la cinta reactiva.

DESCRIPCION DE LA INVESTIGACION

PASO 1: Utilizando los espacios del laboratorio de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos, se realizó el análisis de investigación, empleando jeringas desechables se pudo obtener anestésicos locales en cantidad de 3.6 cc (dos cartuchos) de lidocaína con vasoconstrictor y sin vasoconstrictor al 2%, mepivacaína con vasoconstrictor al 3% y articaína con vasoconstrictor al 4%, los cuales fueron colocados en un recipiente de prueba y como agente amortiguador Bicarbonato de Sodio al 5%.



FIGURA 1: MEDICAMENTOS SUJETOS A ANÁLISIS

PASO 2: Iniciamos la medición del ph de los medicamentos y en este mismo orden obtuvimos el resultado de 2 métodos de análisis. la cinta reactiva de ph (Figura 2) obteniendo un ph en cinta de: Lidocaína al 2% con Epinefrina: 6. Lidocaína al 2% sin Epinefrina: 6. Mepivacaina al 3% con Epinefrina: 7. Articaina al 4% con Epinefrina: 7. Este resultado se pudo corroborar según la escala de color que identifica en que numero de ph se encuentra.

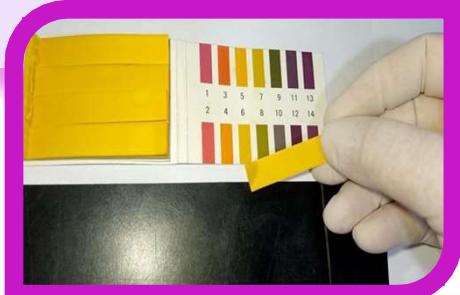


FIGURA 2: CINTA REACTIVA DE PH

PASO 3: Se realiza la misma medición en el ph-metro. Figura 3. Se procede a colocar el electrodo en cada uno de los recipientes donde se encuentran los anestésicos, previa desinfección del electrodo con agua destilada, Figura 4. En el cual se obtuvo una medida objetiva de 5.46 - 6.29 - 5.94 - 5.37.

Respectivamente de acuerdo al orden anterior.



FIGURA 3: PH-METRO.



FIGURA 4: DESINFECCIÓN CON AGUA DESTILADA.

PASO 4: Una vez obtenida esta medición con la ayuda de una pipeta procede a añadir la cantidad de 0.9 cc de bicarbonato de sodio al 5%, lo que equivale al 25% en una cantidad de 3.6cc de cada una de las soluciones anestésicas.

FIGURA 5: PIPETA



PASO 5: Se procede nuevamente a la medición del pH para determinar el grado de alcalinidad obtenido, este último arroja un aumento significativo en el que el pH en cinta, Figura 6. fue de 7-7-8-8, y en pH-metro 7.43 -7.38 -7.45 -7.37 respectivamente. Figura 7

FIGURA 6: MEDICIÓN DEL PH EN CINTA CON BICARBONATO DE SODIO



FIGURA 7: MEDICIÓN DE PH-METRO CON BICARBONATO DE SODIO.



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

| Solución | Sin Bicarbonato (Cinta reactiva) | Sin Bicarbonato (Ph-Metro) | Con Bicarbonato (Cinta Reactiva) | Con Bicarbonato (Ph-Metro) |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Lidocaína con epinefrina al 2% | PH 6 | 6.29 | 7 | 7.38 |
| Lidocaína sin epinefrina al 2% | PH 6 | 5.46 | 7 | 7.43 |
| Mepivacaína sin epinefrina al 3% | PH 7 | 5.94 | 8 | 7.41 |
| Articaina con epinefrina al 4% | PH 7 | 5.37 | 8 | 7.37 |

CUADRO 1: resultado de análisis de los distintos anestésicos locales en pH metro y en cinta luego de agregar el bicarbonato de sodio al 5%

En el cuadro anterior se evidencia los tipos de anestésicos locales empleados, así como también, su pH antes y después de realizar la buferización, también

DISCUSIÓN

Stanley F. Malamed define la lidocaína con epinefrina al 2%, como un anestésico local de tipo amida, la lidocaína, al 2% de concentración, formulado con un agente vasoconstrictor, la epinefrina (adrenalina), en una dilución específica (comúnmente 1:100.000 o 1:80.000 para uso dental). Su propósito principal es inducir una pérdida de sensibilidad reversible en un área localizada del cuerpo, lo que permite la realización de procedimientos sin dolor. Su pH es típicamente ácido y se encuentra en un rango de aproximadamente 3.3 a 5.5. La razón de este pH bajo es que la epinefrina es sensible a la oxidación y se degrada rápidamente en soluciones con un pH más alto. Para estabilizar la epinefrina y prolongar la vida útil de la solución anestésica.

El Dr. Stanley F. Malamed, una reconocida autoridad en anestesia local en odontología, define la lidocaína como un anestésico local de tipo amida que es seguro y efectivo para la prevención y el control del dolor. Su mecanismo de acción principal consiste en bloquear de forma reversible la conducción del impulso nervioso al inhibir el flujo de iones de sodio a través de los canales de sodio de las membranas nerviosas.

Según Stanley F. Malamed, La Mepivacaína es un anestésico local de tipo amida siendo un agente bloqueador de la conducción nerviosa que impide la génesis y la propagación de un impulso nervioso al disminuir la permeabilidad de la membrana neuronal a los iones de sodio, estabilizándola de forma reversible. Se clasifica como un anestésico de acción intermedia que se absorbe rápidamente tras su administración. Presenta una vasodilatación leve, lo que le permite ser eficaz en concentraciones del 3% sin vasoconstrictor; El rango de pH típico para la solución inyectable de mepivacaína varía, pero puede estar entre 4.0 y 6.8

La Articaína al 4% con epinefrina es un anestésico local tipo amida de acción intermedia, que se distingue por ser la única amida que contiene un grupo éster en su estructura química (además de un anillo de tiofeno). Esto le confiere dos propiedades clínicas importantes:

Mayor liposolubilidad que la lidocaína, lo que facilita su difusión a través de los tejidos, especialmente en los maxilares.

Metabolismo muy rápido (semivida corta de aproximadamente 0.5 horas) debido a la hidrólisis del grupo éster por las esterasas plasmáticas, lo que se traduce en un menor potencial de toxicidad sistémica.

Malamed también señala que la concentración del 4% y su alta liposolubilidad contribuyen a un inicio de acción más rápido y una mayor tasa de éxito, en particular en la anestesia por infiltración en el maxilar superior y en ciertos bloqueos mandibulares.

El pH de la solución de Articaína al 4% con epinefrina (vasoconstrictor) es ácido. Según los valores citados por Stanley F. Malamed para las soluciones anestésicas locales con vasoconstrictor, el rango típico de pH de la Articaína al 4% con epinefrina es:

- pH de la solución con epinefrina 1:100.000: 4.4–5.2
- pH de la solución con epinefrina 1:200.000: 4.6–5.4

El pH ácido es necesario debido a la presencia del vasoconstrictor (epinefrina). La epinefrina es inestable y requiere un conservante, el bisulfito de sodio, para evitar su oxidación. El bisulfito de sodio acidifica la solución para estabilizar la epinefrina. Sin embargo, un pH más bajo se relaciona con una mayor sensación de ardor o molestia al inicio de la inyección

CONCLUSIONES

El cuadro comparativo demuestra de manera concluyente el efecto de la adición de bicarbonato de sodio como agente amortiguador (buffer) para elevar el pH de las soluciones anestésicas locales, acercándolo al pH fisiológico.

CONDICIÓN INICIAL ÁCIDA (SIN BICARBONATO):

Todas las soluciones anestésicas (Lidocaína, Mepivacaína y Articaína), especialmente aquellas que contienen epinefrina, tienen un pH ácido (entre 5.37 y 6.29, según el pH-metro). El pH más bajo se observa en la Articaína con epinefrina (5.37), lo cual es típico debido a los agentes conservantes (bisulfitos) necesarios para estabilizar el vasoconstrictor.

La naturaleza ácida de las soluciones se asocia clínicamente con el ardor o dolor inicial experimentado por el paciente durante la inyección.

EFECTO DEL AMORTIGUAMIENTO (CON BICARBONATO):

La adición de bicarbonato provoca un aumento significativo del pH en todas las soluciones.

Los valores de pH con bicarbonato (medidos con el pH-metro) se elevan de forma consistente a un rango muy estrecho entre 7.37 y 7.43, lo cual está dentro del pH fisiológico del cuerpo humano (aproximadamente 7.4).

Este aumento del pH es crucial, ya que al acercar el pH de la solución al de los tejidos, se logra una inyección más confortable para el paciente, reduciendo el ardor.

IMPACTO FARMACOLÓGICO IMPLICADO:

La elevación del pH incrementa la cantidad de la forma "base libre" (no ionizada) del anestésico. Es esta forma no ionizada la que es liposoluble y capaz de difundirse a través de las membranas nerviosas.

Por lo tanto, la acidificación de la solución con bicarbonato no solo mejora el confort, sino que puede teóricamente llevar a un inicio de acción anestésica más rápido y potencialmente más profundo, ya que el fármaco penetra el nervio de manera más eficiente.

En resumen, el uso del bicarbonato es una técnica eficaz para neutralizar la acidez inherente de los anestésicos locales (especialmente los que contienen vasoconstrictor), resultando en una solución con un pH casi idéntico al del tejido (~7.4), lo que mejora la comodidad del paciente y optimiza la eficacia anestésica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Viñas Salas E, et al. Estudio clínico que demuestra una reducción significativa del dolor al añadir bicarbonato al anestésico (mepivacaína). Rev Esp Anestesiol Reanim. 1998;45(3):145-52.
2. Revista Portales Médicos. El bicarbonato eleva el pH y facilita una acción anestésica más rápida [Internet]. 2008 [citado 2025 Sep 11]. Disponible en: <https://www.portalesmedicos.com>
3. Blog de Anestesiología Mexicana. Experiencias prácticas y comentarios clínicos sobre la bufferización [Internet]. 2023 [citado 2025 Sep 11]. Disponible en: <https://www.anestesiologia-mexicana.org>
4. Revisión Anestesia. Impacto del pH en latencia y efectividad de la anestesia local, riesgos de precipitación. Rev Anestesia. 2010;62(4):201-8.
5. Emergencias.org.es. Fórmula práctica para la alcalinización de anestésicos locales (9:1) [Internet]. 2016 [citado 2025 Sep 11]. Disponible en: <https://www.emergencias.org.es>
6. Goldberg RN, Kishore N, Lennen R. Use of sodium bicarbonate as a buffer in medical applications: physicochemical basis and implications. J Pharm Sci. 2017;106(9):2376-2385.
7. Macouzet Olivar J. Título del artículo no especificado. Nombre de la revista no especificado. 2014.
8. Malamed SF. Manual de Anestesia Local. 7^a ed. Ciudad no especificada: Elsevier; 2020.
9. Kattan et al. Título de la obra no especificado. 2019.
10. Lorincz Freire J, Fernández Muñoz S. Título de la obra no especificado. 2024.
11. Viera A, Braga L, Borsatti L. Título de la obra no especificado. 2018.
12. Koja H, Bede M. Título de la obra no especificado. 2022.
13. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Título de la obra no especificado.
14. Martínez A. Título del artículo no especificado. Anesthesia & Analgesia.