

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA



**“EFECTO DEL DIÓXIDO DE CARBONO EN LA COMPOSICIÓN DEL
HIDRÓXIDO DE CALCIO EN POLVO EXPUESTO A DIFERENTES TIEMPOS.”**

**Tesis para obtener el Título de
Cirujano Dentista**

AUTOR: Bach. Ordóñez Sullón, Harumi Lourdes

ASESOR: C.D Esp. Ms. Alvarado Castillo, Glenny Paola

TRUJILLO – 2017

DEDICATORIA

A mis Padres, por su amor, confianza, apoyo, palabras de aliento dándome la fuerza necesaria para seguir adelante durante el desarrollo de toda mi formación profesional y personal, y la oportunidad de haberme dado esta hermosa carrera. Les estoy eternamente agradecida por tratar de ser los mejores padres cada día.

A mis hermanos, por su paciencia, cariño y apoyo constante durante mi desarrollo profesional, dándome ánimos de aliento en cada paso que doy y enseñándome cada uno a su manera como enfrentar cada obstáculo que se presenta. Les estoy eternamente agradecida.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Manuel Ordóñez y María Sullón porque gracias a su cariño, apoyo y confianza he llegado a realizar mis metas, una de ellas es la culminación de mi carrera profesional y la otra es hacerlos sentirse orgullosos de mí.

A mis hermanos, Cristhiam y Rosa Ordóñez por dedicarme su tiempo y ser mis pacientitos.

A mis queridos amigos: quienes conocí en la universidad y de toda mi vida. Con quienes he pasado bonitas experiencias.

A los docentes de la Escuela Profesional de Estomatología, por su amistad, apoyo, tiempo, enseñanzas y paciencia durante el desarrollo de mi formación profesional.

A mi asesora, Dra. Paola Alvarado Castillo, cuya dedicación de tiempo y orientación fue parte importante para la elaboración y culminación de esta investigación.

Al M.Sc. Q.F. Segundo Manuel Miranda Leyva, Prof. Principal del departamento académico de bioquímica de la facultad de farmacia y bioquímica de la universidad nacional de Trujillo, por su apoyo en el desarrollo metodológico de esta investigación, cuyo aporte fue importante para la ejecución.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito determinar el efecto del dióxido de carbono en la composición del hidróxido de calcio en polvo expuesto a diferentes tiempos.

El estudio fue de tipo prospectivo, longitudinal, comparativo y experimental, constituido por muestras de 0,06g de Ca(OH)_2 en polvo, expuestos en tiempos de 5, 15, 30, 60, 75, 90 y 105 segundos; las cuales fueron seleccionadas a través del método probabilístico. Se analizaron 3 sistemas, cada sistema consistía en medir el pH de diferentes muestras de 0.06 g de Ca(OH)_2 expuesto a los tiempos de 5, 15, 30, 60, 75, 90 y 105 segundos, realizando 3 repeticiones por cada tiempo, haciendo un total de 21 repeticiones por sistema, lo que equivale a 63 repeticiones en total. Se empleó el potenciómetro (Metrohm, Modelo 691), para determinar potenciométricamente la concentración del Ca(OH)_2 .

Los datos obtenidos fueron procesados por el análisis de regresión lineal simple utilizando el programa Excel de Microsoft Office 2010. Se utilizó un análisis descriptivo mediante promedios como la media aritmética. Los resultados fueron representados en cuadros y gráficos de acuerdo con los objetivos señalados, estableciendo un nivel de significación del 5% al 95% de confiabilidad. Los resultados obtenidos del pH del Ca(OH)_2 fueron de 12.5 y una concentración de 0.0573g para todos los sistemas y tiempos expuestos. Donde se concluyó que el dióxido de carbono no produce un efecto significativo en la composición del hidróxido de calcio en polvo al estar expuesto al medio ambiente durante los diferentes tiempos expuestos.

Palabras claves: Hidróxido de calcio, dióxido de carbono y carbonato de calcio.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effect of carbon dioxide on the calcium hydroxide composition exposed to different times.

The study was of prospective, longitudinal, comparative and experimental type, consisting of samples of 0.06g Ca(OH)₂ powder, exposed at times of 5, 15, 30, 60, 75, 90 and 105 seconds; which were selected using the probabilistic method. Three systems were analyzed. Each system consisted in measuring the pH of different samples of 0.06 g of Ca(OH)₂ exposed to the times of 5, 15, 30, 60, 75, 90 and 105 seconds, performing 3 repetitions for each time, making a total of 21 repetitions per system, which is equivalent to 63 repetitions in total. The potentiometer (Metrohm, Model 691) was used to determine potentiometrically the concentration of Ca(OH)₂. The data obtained were processed by simple linear regression analysis using the Microsoft Office Excel 2010 program. A descriptive analysis was used using averages such as arithmetic mean. The results were represented in tables and graphs according to the stated objectives, establishing a level of significance of 5% to 95% of reliability. The results of the Ca (OH) 2 pH were 12.5 and a concentration of 0.0573g for all systems and times exposed. Where it was concluded that carbon dioxide does not have a significant effect on the composition of the calcium hydroxide powder when exposed to the environment during the different times exposed.

Keywords: Calcium hydroxide, carbon dioxide and calcium carbonate.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1-8
	1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
	2. OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN.....	9
	2.1. Objetivo General	9
II.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	10-19
	1. MATERIAL DE ESTUDIO.....	10-12
	1.1 Tipo de investigación.....	10
	1.2 Área de Estudio	10
	1.3 Definición de la población muestral.....	10-11
	1.3.1. Características generales.....	10
	1.3.1.1. Criterios de inclusión.....	11
	1.3.1.2 Criterios de exclusión	11
	1.3.1.3 Criterios de eliminación.....	11
	1.3.2. Diseño estadístico de muestreo.....	11
	1.3.2.1 Unidad de análisis.....	11
	1.3.2.2 Unidad de muestreo	11
	1.3.2.3 Tamaño muestral.....	11
	1.3.3 Métodos de selección.....	12
	1.4 Consideraciones éticas	12

2.MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	12-18
2.1 Método	12
2.2 Descripción del procedimiento.....	12-18
2.3 Variables.....	19
3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN	20
III. RESULTADOS.....	21-25
IV. DISCUSIÓN.....	26
V. CONCLUSIONES.....	27
VI. RECOMENDACIONES.....	28
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29-33
ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

El hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) es un material comúnmente utilizado para la medicación intraconducto en la práctica clínica de la endodoncia. Este material es obtenido por la calcinación del carbonato de calcio (CaCO_3), es inestable ya que al entrar en contacto con el dióxido de carbono (CO_2) regresa a su estado de carbonato de calcio (CaCO_3), mediante los fluidos dentro del conducto radicular o por el medio ambiente. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ fue introducido en el campo de la endodoncia como Calxyl por Herman en 1920. La capacidad para estimular la mineralización, asociada a la eficacia antimicrobiana, confiere el éxito actual como un medicamento de endodoncia. En el tratamiento endodóntico moderno, es comúnmente utilizado en recubrimientos pulpares, biopulpectomías parciales, para tratamiento de reabsorciones dentarias, en soluciones irrigantes, como medicación intraconducto y formando parte de selladores endodónticos.^{2-6, 10, 11,16}

El CaCO_3 puro, tiene dos formas cristalinas, la calcita que es hexagonal y la aragonita de forma romboédrica. Cuando se calienta, elimina CO_2 y forma óxido de calcio (CaO), que al añadirle agua forma $\text{Ca}(\text{OH})_2$, compuesto altamente inestable, que al entrar en contacto con CO_2 regresa a su estado de CaCO_3 , generalmente en su forma cristalina hexagonal o calcita insoluble.^{2, 3, 5, 6, 10, 12.}

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se disocia en dos iones con efectos totalmente contrarios, ya que mientras el ion calcio (Ca^{2+}) estimula la proliferación celular, el ion hidroxilo (OH^-) actúa suprimiendo la actividad celular y provocando un arresto en los procesos vitales pulpares. La composición iónica en porcentaje de peso (o masa) es de 54,11 % de iones de Ca^{2+} y de 45,89 % de iones OH^- .^{2, 5-7, 10, 13, 14}

Se presenta como un polvo granular blanco, amorfo, fino, poco soluble en agua (solubilidad a 25° centígrados de 1,2 g/litro), disminuye su solubilidad a medida que aumenta la temperatura, su densidad es de 2,1 g/cm³, peso molecular de 74,08. En una solución saturada, se produce su disociación iónica con liberación de iones OH⁻ e iones de Ca²⁺, con un pH comprendido entre 12.5 y 12.8, lo cual le confiere un gran poder bactericida, esta conserva su alcalinidad al ser mezclado con diferentes vehículos. El Ca(OH)₂ es un electrólito fuerte, es decir se ioniza completamente de manera irreversible. $[\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^-]$ ^{2, 3, 5-7, 9,10, 12, 13, 17, 21.}

El Ca(OH)₂ actúa mediante tres mecanismos; los iones (OH⁻) producen Oxidación de los ácidos grasos insaturados de la membrana celular (pérdida de un átomo de hidrógeno) generando radicales libres de hidroxilo (OH⁻) con un número impar de electrones y una elevada reactividad química que reaccionan con cualquier otra molécula de la que sustraen electrones y forman nuevos radicales libres. Los radicales libres pueden reaccionar con el oxígeno, quitándole un electrón y formando un radical ión superóxido. El radical ión superóxido puede remover otro electrón de otro ácido graso o en una reacción catalizada por la enzima peróxido dismutasa y formar peróxido de hidrógeno, en la membrana del fagolisosoma. Los radicales libres, ion superóxido e hidroxilo, junto con el agua oxigenada o peróxido de hidrógeno (H₂O₂) son productos tóxicos para las células y se las conoce como especies reactivas del oxígeno, como sucede en las reacciones dependientes del oxígeno. ^{2, 6, 7, 10, 13}

Otro mecanismo es debido al pH elevado que induce el rompimiento de los enlaces iónicos de la estructura terciaria de las proteínas, con la pérdida del ordenamiento global y la interrelación de las diversas regiones o dominios, con la consiguiente pérdida de la actividad biológica de muchas enzimas, alterando así el metabolismo

celular, produce necrosis por coagulación, desnaturalización de las proteínas, escisión hidrolítica de los lípidos en ácidos orgánicos y alcoholes, trombosis de los capilares y reacción cicatrizante de los tejidos. Por lo tanto, este medicamento presenta dos propiedades de las enzimas fundamentales: la inhibición de enzimas bacterianas que conducen a un efecto antimicrobiano y la activación de las enzimas de tejidos tales como la fosfatasa alcalina que lleva a un efecto mineralizante.^{2, 3, 5-7, 10, 13}

El Ca(OH)_2 causa daño en las cadenas de ADN por desnaturalización de las mismas, inhibiendo la multiplicación celular.^{5-7, 10, 13}

Aunque la evidencia científica sugiere que pueden producirse los tres mecanismos, es difícil establecer cuál es el mecanismo principal. Parece que los iones OH^- a partir de Ca(OH)_2 desarrollaron su mecanismo de acción en la membrana citoplasmática, porque los sitios enzimáticos se encuentran en ese sitio. El gradiente de pH de la membrana citoplasmática se ve alterado por la alta concentración de iones OH^- de Ca(OH)_2 que actúan sobre las proteínas de la membrana (desnaturalización de la proteína). El efecto del alto pH de Ca(OH)_2 altera la integridad de la membrana citoplasmática mediante lesión química de los componentes orgánicos y el transporte de nutrientes, o por medio de la destrucción de los fosfolípidos o ácidos grasos insaturados de la membrana citoplasmática, observado en el proceso de peroxidación, que es una reacción de saponificación. En resumen, la actividad antimicrobiana de Ca(OH)_2 se relaciona con la liberación de iones OH^- altamente reactivos en un medio acuoso, que afecta principalmente a la membrana citoplasmática, proteínas y ADN.^{2,}

13

El Ca(OH)_2 mantiene su efecto antibacteriano por un largo periodo de tiempo, debido a la lenta liberación de los iones OH^- , el éxito del Ca(OH)_2 como un limpiador

intraconducto es debido a su efecto iónico, observado por la disociación química en iones OH^- y Ca^{2+} y su acción sobre los tejidos y microorganismos. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sólo ejercería su acción bactericida cuando está en contacto directo con las bacterias, se ha sugerido que actúa en forma indirecta al obliterar el espacio de los conductillos dentinarios, minimizando la utilización de los nutrientes por los microorganismos alojados en la dentina, al mismo tiempo que absorbe el dióxido de carbono.^{2, 4-6, 10-12.}

Se le han atribuido al $\text{Ca}(\text{OH})_2$ los efectos biológicos sobre los tejidos vitales y los microorganismos, en tejidos vitales se ha postulado que induce la formación de tejidos duros, y en los tejidos necróticos que desinfecta por su capacidad antibacteriana. Otra de las propiedades que se le han atribuido al $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es la habilidad para disolver tejidos orgánicos, por lo que también podría utilizarse con un vehículo acuoso como solución irrigante durante la terapia endodóntica.^{5,6,10, 13}

Al ser aplicado sobre una pulpa vital, su acción cáustica provoca una zona de necrosis estéril y superficial, con hemólisis y coagulación de las albúminas, quedando atenuada por la formación de una capa subyacente compacta, compuesta de CaCO_3 debida al CO_2 de los tejidos y de proteínas, producto de la estimulación dentinaria. El CaCO_3 en contacto con los tejidos forma compuestos solubles que liberan Ca^{2+} y es el que actuaría como factor trófico de las células de la serie blástica. Los iones OH^- que penetran en la dentina, puede reaccionar con el gas carbónico contenido en la misma, formando gránulos de CaCO_3 en forma de calcita. Esta precipitación de sales de calcio puede bloquear los túbulos de la dentina disminuyendo la permeabilidad.^{5, 10, 12-14.}

Las características de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que resultan de la liberación iónica están directamente influenciadas por el CO_2 que, mediante la formación de un óxido de ácido débil,

podría causar una neutralización parcial de la medicación que es básica. Los cambios en las propiedades biológicas también se pueden entender a través de las reacciones químicas, ya que el Ca(OH)_2 , en presencia CO_2 , se convierte en CaCO_3 y este producto no tiene propiedades biológicas de Ca(OH)_2 tales como la capacidad de mineralización.^{2, 10.}

El Ca(OH)_2 en contacto con CO_2 también se somete a cambio químico, que se transforma en CaCO_3 , se reporta la pérdida en la calidad del producto como resultado de su carbonatación debido al gas de CO_2 de la atmósfera, la aparición del CaCO_3 en la mezcla de Ca(OH)_2 con agua, puede ser debido a la manipulación de muestras en contacto con el CO_2 de la atmósfera o en la fabricación de polvo de Ca(OH)_2 utilizado. Si bien dentro del conducto radicular, el CaCO_3 puede originarse a partir del metabolismo bacteriano en el canal, en los túbulos de la dentina o los tejidos adyacentes. En consecuencia, el flujo de líquido intersticial a través del foramen apical o conductos accesorios puede servir como una fuente de CO_2 en el canal radicular. Sin embargo, existe controversia sobre el efecto de Ca(OH)_2 en el canal de la raíz a largo plazo. Cuando la pasta de Ca(OH)_2 entra en contacto con CO_2 o ion carbonato, el CaCO_3 se forma químicamente, que puede causar una caída en el pH del canal de la raíz y reduciendo así la eficacia antibacteriana. Este material formado tiene baja solubilidad, un pH de 8,0 y a diferencia de Ca(OH)_2 no poseen propiedades biológicas o antibacterianos. En este caso, las condiciones físico-químicas son diferentes debido al aumento de la formación de CaCO_3 , o sea a su formación significa una menor cantidad de Ca(OH)_2 puro como consecuencia tenemos menos disociación de los iones de Ca^{2+} y de OH^- .^{3, 13, 19,20.}

Parece concebible que el CO_2 reacciona con el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en los forámenes apicales en los orificios accesorios del canal, produciendo un "tapón" de CaCO_3 impidiendo una mayor penetración del CO_2 en el espacio del conducto radicular. La pérdida de material por difusión a través de la pared de dentina espera a ser mínima debido a la permeabilidad selectiva de los túbulos de la dentina a los iones OH^- . Como resultado de estas características de la dentina, poca conversión del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en el tercio medio del canal radicular en CaCO_3 parece ocurrir con el tiempo. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ restante se incorporaría en el cemento de la obturación, provocando una disminución de la permeabilidad de este relleno, estos residuos podrían determinar una aceleración en el tiempo de fraguado y principalmente la expansión de ciertos cementos, que proporcionaría una mejor adaptación a las paredes del conducto radicular. Sin embargo, varios estudios han demostrado que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$, en contacto con el cemento de relleno, tiene un impacto negativo sobre la adhesión de este último a la pared del conducto radicular. También existe la posibilidad de que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ reacciona con los fluidos de los tejidos que forman CaCO_3 , que es reabsorbible y, a la larga, podría crear espacios en la interfaz entre el relleno y la pared del canal radicular.^{3,8.}

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ puede ser mezclado con diferentes vehículos y usado como pasta de obturación intermedia. Dependiendo del vehículo usado, el medicamento tiene diferente viscosidad, de manera que una solución fluye fácilmente cuando tiene baja viscosidad. Se han propuesto diferentes vehículos para formar la pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que se clasifican en acuosos, viscosos y aceitosos, tales como agua destilada, anestesia, propilenglicol, etc. La velocidad de disociación iónica se determina por el vehículo y es más eficaz cuando se utilizan vehículos hidrosolubles, la velocidad de

disociación iónica ejerce una influencia directa sobre la actividad biológica de las bacterias y el tejido. ^{3-7, 9, 10, 13, 17, 18.}

Existe controversia sobre la carbonatación del Ca(OH)_2 en cuanto entra en contacto con el CO_2 , ya sea que éste provenga de los fluidos o de la atmósfera, es por ello que se recomienda una buena conservación del material y un sellado hermético del frasco de Ca(OH)_2 , suele externarse gran preocupación sobre la vida de almacenamiento de los productos que contienen Ca(OH)_2 cuando están expuestos por lapsos prolongados al CO_2 del aire, el Ca(OH)_2 se convierte en CaCO_3 , el cual es muy hidrosoluble y tiene un pH de 8. ^{19, 20}

Debido que el hidróxido de calcio en polvo es utilizado por los cirujanos dentistas como medicamento intraconducto en los tratamientos endodónticos, y teniendo en cuenta que una mala manipulación y/o conservación de este material, altera su composición al absorber el dióxido de carbono del medio ambiente, convirtiéndose en carbonato de calcio, con lo cual se altera sus propiedades antimicrobianas y reparativas, es que se realiza este estudio que pretende determinar el efecto del dióxido de carbono en la composición del hidróxido de calcio en polvo expuesto a diferentes tiempos.

1.1.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto del dióxido de carbono en la composición del hidróxido de calcio a diferentes tiempos de exposición?

1.2. HIPÓTESIS:

A mayor tiempo de exposición el hidróxido de calcio se convierte en carbonato de calcio al absorber dióxido de carbono.

1.3.OBJETIVOS

1.2.1. General

- Determinar el efecto del dióxido de carbono sobre la composición del hidróxido de calcio en polvo a diferentes tiempos de exposición.

II. DISEÑO METODOLÓGICO

1. Material de estudio

1.1. Tipo de investigación:

Según el período en que se capta la información	Según la evolución del fenómeno estudiado	Según la comparación de poblaciones	Según la interferencia del investigador en el estudio
Prospectivo	Longitudinal	Comparativo	Experimental

1.2. Área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo.

1.3. Definición de la población muestral.

1.3.1 Características generales:

- Hidróxido de calcio en polvo de un solo distribuidor comercial.

1.3.1.1 Criterios de inclusión:

- Hidróxido de calcio en polvo dentro de la fecha de vencimiento.
- Hidróxido de calcio en polvo contenido en frasco bien conservado.
- Hidróxido de calcio en polvo contenido en frasco nuevo (sin uso).

1.3.1.2 Criterios de exclusión:

- Hidróxido de calcio en polvo contenido en frasco abierto.

1.3.1.3 Criterios de eliminación:

- Hidróxido de calcio en polvo que al momento de la medición se mezcle con otra sustancia.

1.3.2 Diseño estadístico de muestreo:

1.3.2.1 Unidad de Análisis: Hidróxido de calcio en polvo que cumpla con los criterios de selección.

1.3.2.2 Unidad de muestreo: Hidróxido de calcio en polvo que cumpla con los criterios de eliminación.

1.3.2.3 Tamaño de muestra: 0.06 g de hidróxido de calcio en polvo (obtenida según prueba piloto).

1.3.3 Método de selección

La selección de la muestra se realizó a través del método probabilístico.

1.4. Consideraciones Éticas.

Para la ejecución de la presente investigación; se presentó solicitud para la autorización del uso del laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo y la eliminación de las soluciones de trabajo se realizó directamente por el sistema de desechos líquidos del laboratorio, teniendo en cuenta que el hidróxido de calcio es una sustancia que está siendo utilizado para la descontaminación de aguas residuales y lodos²²⁻²⁴.

2. Métodos, Técnicas e Instrumento de recolección de datos.

2.1 Método

La observación

2.2. Descripción del procedimiento.

A. De la aprobación del proyecto:

El presente proyecto se presentó a la Comisión de Investigación de la Escuela Profesional de Estomatología de la Universidad Privada Antenor Orrego para su revisión y aprobación mediante Resolución Decanal.

B. De la autorización para la ejecución:

Una vez aprobado el proyecto se procedió a solicitar nuevamente el permiso a las autoridades de la Universidad Nacional de Trujillo, para trabajar en su laboratorio de análisis instrumental de la Facultad de Farmacia y Bioquímica. Se les explicó la importancia de la presente investigación con el fin de obtener los permisos correspondientes para su correspondiente ejecución.

Cabe mencionar que se solicitó un primer permiso a las autoridades de la Universidad Nacional de Trujillo para ejecutar la prueba piloto.

C. De la prueba piloto:

Se realizó una prueba piloto para poder obtener la metodología y muestra de nuestro trabajo. Se analizó al Ca(OH)_2 (Biodinâmica) en polvo y CaCO_3 puro (DROPAKSA), para determinar el efecto del CO_2 en la composición del Ca(OH)_2 en polvo, con la finalidad de crear una escala de calibración donde se representa el pH y gramos de Ca(OH)_2 . La muestra se determinó mediante la solubilidad del hidróxido de calcio la cual es de 1.2 g/litro, donde se trabajó para la prueba piloto con muestras de 0.03g de Ca(OH)_2 en 25ml de agua destilada (preparada en el laboratorio), obteniendo la muestra por regla de tres simple. Se midió el pH utilizando el potenciómetro (pH - Metro) (Metrohm, Modelo 691). Se calibró el potenciómetro utilizando la solución tampón pH 10 (MERCK) a 31°C, se conectó el equipo, se colocó el electrodo en agua a 50 mL, se dejó en reposo durante 15 min, se enjuagó con el mismo volumen

agitando vigorosamente por 10 segundos 3 veces, se encendió y calibró por el método de sistemas especiales (SP) para darle el valor de pH y la T°. Se pesó en la balanza analítica muestras de 0.03 g de Ca(OH)₂ y CaCO₃, distribuidos en las siguientes cantidades: Ca(OH)₂: 0.03 g, 0.025 g, 0.02 g, 0.015 g, 0.01 g, 0.005 g y 0.00 g; y CaCO₃: 0.00, 0.005, 0.01, 0.015, 0.02, 0.025, 0.03 g. Se depositó cuantitativamente el Ca(OH)₂ y su correspondiente CaCO₃ en fioles de 25 mL, obteniendo 7 muestras de 0.03 g. Se aforó con agua ultrapura. Se depositó en un vaso de precipitados de 50 mL, cada una de las soluciones preparadas en el paso anterior. Se colocó también dentro del vaso la barra magnética, se sumergió cada vez el electrodo en las soluciones; se agitó moderadamente de 5 a 10 segundos. Se observó la desaparición de la señal de variabilidad en el DISPLAY, se leyó y se anotó el valor de pH de cada una de las soluciones. (Cuadro N° 1) (Gráfico N°2)

D. De la preparación de la curva de calibración:

Para la curva de calibración se realizó la medición de muestras de 0.06g por separado, unas con hidróxido de calcio libre y otras de hidróxido de calcio combinado con carbonato de calcio, para comparar ambos resultados, de las cuales se consideró los valores de pH de Ca(OH)₂ libre mayores de 12 para obtener nuestra fórmula de aplicación para convertir los valores de pH de las muestras en gramos. (Cuadro N° 6y 7) (Gráfico N°4 y5).

Para la obtención de las muestras de hidróxido de calcio libre, se calibró el potenciómetro utilizando la solución tampón, se conectó el equipo, se colocó el electrodo en agua a 50 mL, se dejó en reposo durante 15 min, se enjuagó con el mismo volumen agitando vigorosamente por 10s 3 veces, se encendió y calibró por el método de sistemas especiales (SP) para darle el valor de pH y la T°. Se pesó en la balanza analítica Hidróxido de Calcio: 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 0.01, 0.00 g. Se depositó cuantitativamente el hidróxido de calcio en fiolas de 50 mL, se aforó con agua ultrapura. Se depositó en un vaso de precipitados de 50 mL, cada una de las soluciones preparadas en el paso anterior. Se colocó también dentro del vaso la barra magnética, se sumergió cada vez el electrodo en las soluciones; se agitó moderadamente de 5 a 10s. Se observó la desaparición de la señal de variabilidad en el DISPLAY, se leyó y se anotó el valor de pH de cada una de las soluciones. De los resultados obtenidos se hizo cuadros de doble entrada y una representación gráfica. (Cuadro N° 2 y 3) (Gráfico N°2).

Para la obtención de las muestras de hidróxido de calcio combinado con carbonato de calcio, se calibró el potenciómetro utilizando la solución tampón, se conectó el equipo, se colocó el electrodo en agua a 50 mL, se dejó en reposo durante 15 min, se enjuagó con el mismo volumen agitando vigorosamente por 10s 3 veces, se encendió y calibró por el método de sistemas especiales (SP) para darle el valor de pH y la T°. Se pesó en la balanza analítica muestras de 0.06 g de Ca(OH)_2 y CaCO_3 , distribuidos en las siguientes cantidades: Ca(OH)_2 : 0.06 g, 0.05 g, 0.04 g, 0.03 g, 0.02 g,

0.01 g; y CaCO_3 : 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06 g. Se depositó cuantitativamente el hidróxido de calcio y correspondiente carbonato de calcio en fioles de 50 mL, obteniendo muestras de 0.06 g. se aforó con agua ultrapura. Se depositó en un vaso de precipitados de 50 mL, cada una de las soluciones preparadas en el paso anterior. Se colocó también dentro del vaso la barra magnética, se sumergió cada vez el electrodo en las soluciones; se agitó moderadamente de 5 a 10s. Se observó la desaparición de la señal de variabilidad en el DISPLAY, se leyó y se anotó el valor de pH de cada una de las soluciones. De los resultados obtenidos se hizo cuadros de doble entrada y una representación gráfica. (Cuadro N° 4 y 5) (Gráfico N°3).

E. De la recolección de la muestra.

Para cada tiempo de exposición se pesó en balanza analítica tres muestras de 0.06 g de hidróxido de calcio, cada muestra se expuso al aire durante: 5, 15, 30, 60, 75, 90 y 105 segundos. Transcurrida la exposición, se depositó cuantitativamente el material en fioles de 50 mL, se disolvió y aforó con agua destilada. Se dispuso cada vez en un vaso de precipitados de 50 mL, cada una de las soluciones preparadas en el paso anterior. Se sumergió cada vez el electrodo combinado en la solución, se agitó vigorosamente entre 5 a 10 segundos y se dejó en reposo. En tales condiciones, cuando la señal de variabilidad en el DISPLAY desaparezca, se leyó y anotó el valor de pH de cada una de las soluciones. La medición se realizó por tres veces y en las mismas condiciones (3 sistemas).

2.3. Del instrumento de recolección de datos.

Se utilizó el potenciómetro (pH - metro) Marca Metrohm, Modelo 691 para determinar pH del (CaOH₂) luego de la reacción química con el dióxido de carbono (CO₂) del aire. Una de las aplicaciones analíticas de la potenciometría es la determinación del pH, preparando una celda galvánica en cuya constitución interviene un electrodo de vidrio sensible (indicador) a la actividad del ion hidrógeno (H⁺), y uno de Ag/AgCl (referencia), se sumergió en el líquido cuyo pH se desconoce. Con tal finalidad, se define al pH en términos de la f.e.m. de la celda E, de la siguiente manera:

$$pH = pH^0 + \frac{(E - E^0) F}{2.3026 RT}$$

Donde:

pH⁰ y E⁰ son, respectivamente, el pH y la f.e.m. de una solución modelo amortiguadora, F es el Faraday y R y T conservan su significado acostumbrado.

Esta ecuación permite superar problemas del potencial de contacto desconocido, en tanto se supone sea similar para las soluciones de muestra y para el amortiguador. Además, se considera que las soluciones, amortiguadora y la desconocida tienen la misma temperatura. Las mediciones serán rápidas si los electrodos han sido acondicionados en agua destilada. Se conectó el equipo, se colocó el electrodo en agua a 50 mL, se dejó en reposo durante 15 min, se enjuagó con el mismo volumen agitando vigorosamente

por 10 segundos 3 veces, se encendió y calibró por el método de sistemas especiales (SP) para darle el valor de pH y la T°. Después de una calibración del potenciómetro con una solución amortiguadora, los electrodos se sumergen en la muestra, se espera que el valor se estabilice y se lee. En la mayoría de los casos es conveniente tener aproximadamente 10 mL de muestra, y con los microelectrodos pueden utilizarse cantidades tan pequeñas como una gota.

2.4. Variables:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional e indicadores	Tipo de variable		Escala de medición
			naturaleza	Función	
Efecto del CO₂ en la composición del hidróxido de calcio en polvo	El Ca (OH) ₂ es un polvo blanco que se obtiene por calcinación del carbonato de calcio. Cuando se calienta, elimina dióxido de carbono y forma CaO (óxido de calcio). Al añadirle agua a este último se forma Ca(OH) ₂ (hidróxido de calcio). Compuesto altamente inestable, que al entrar en contacto con CO ₂ (dióxido de carbono) regresa a su estado de carbonato de calcio. ^{2, 3, 5, 6, 10, 12.}	Se medirá mediante el potenciómetro (pH metro)	Cuantitativa	dependiente	razón
Tiempo de exposición	Magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, un presente y un futuro, y cuya unidad en el sistema internacional es el Segundo. ¹	Se medirá en segundos: 5, 15, 30, 60, 75, 90 y 105.	Cuantitativa	independiente	razón

3- - Análisis estadístico de la información

Los datos obtenidos para la curva de calibración fueron procesados mediante el análisis de regresión lineal simple utilizando el programa Excel de Microsoft Office 2010. Para los resultados del efecto del dióxido de carbono sobre la composición del hidróxido de calcio se calculó el valor promedio utilizando el programa Excel de Microsoft Office 2010. Los resultados obtenidos fueron representados en cuadros y gráficos de acuerdo con los objetivos señalados. Estableciendo un nivel de significación al 5% y al 95% de confiabilidad.

III. RESULTADOS

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto del dióxido de carbono sobre la composición del hidróxido de calcio en polvo a diferentes tiempos de exposición: 5, 15, 30, 60, 75, 90 y 105 segundos, obteniendo los siguientes resultados:

- El valor promedio de pH del hidróxido de calcio fue de 12.5 para todos los tiempos de exposición. (CUADRO N°7)
- La cantidad obtenida de concentración promedio en gramos del hidróxido de calcio fue de 0.0573 gramos en todos los tiempos de exposición. (CUADRO N°7)

CUADRO N°1: VALORES DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO A DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN, SISTEMA 1.

N°	Ca(OH) ₂	Tiempo Exposición	pH medidas			T°	Fecha
			1	2	3		
1	0.06g	5s	12.21	12.22	12.23	22	17/07/17
2	0.06g	15s	12.22	12.24	12.24	22	17/07/17
3	0.06g	30s	12.23	12.25	12.26	22	17/07/17
4	0.06g	60s	12.23	12.24	12.25	22	17/07/17
5	0.06g	75s	12.22	12.23	12.23	22	17/07/17
6	0.06g	90s	12.21	12.23	12.25	22	17/07/17
7	0.06g	105s	12.23	12.25	12.26	22	17/07/17

CUADRO N°2: VALORES DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO A DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN, PROMEDIADO Y CONVERTIDO EN GRAMOS.

	SISTEMA 1 - pH				
t	Lec-1	Lec-2	Lec-3	PROM	g.Ca(OH) ₂
5	12.21	12.22	12.23	12.22	0.0531
15	12.22	12.24	12.24	12.23	0.0545
30	12.23	12.25	12.26	12.25	0.0573
❖ 60	12.23	12.24	12.25	12.24	0.0559
❖ 75	12.22	12.23	12.23	12.23	0.0545
❖ 90	12.21	12.23	12.25	12.23	0.0545
105	12.23	12.25	12.26	12.25	0.0573

CUADRO N°3: VALORES DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO A DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN, SISTEMA 2.

N°	Ca(OH) ₂	Tiempo Exposición	pH medidas			T°	Fecha
			1	2	3		
1	0.06g	5s	12.26	12.28	12.29	22	18/07/17
2	0.06g	15s	12.26	12.27	12.28	22	18/07/17
3	0.06g	30s	12.21	12.23	12.24	22	18/07/17
4	0.06g	60s	12.23	12.25	12.26	22	18/07/17
5	0.06g	75s	12.23	12.26	12.27	22	18/07/17
6	0.06g	90s	12.26	12.26	12.26	22	18/07/17
7	0.06g	105s	12.2	12.21	12.22	22	18/07/17

CUADRO N°4: VALORES DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO A DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN, PROMEDIADO Y CONVERTIDO EN GRAMOS.

	SISTEMA 2 - pH				
t	Lec-1	Lec-2	Lec-3	PROM	g.Ca(OH) ₂
5	12.26	12.28	12.29	12.28	0.0615
15	12.26	12.27	12.28	12.27	0.0601
30	12.21	12.23	12.24	12.23	0.0545
60	12.23	12.25	12.26	12.25	0.0573
75	12.23	12.26	12.27	12.25	0.0573
90	12.26	12.26	12.26	12.26	0.0587
105	12.2	12.21	12.22	12.21	0.0517

CUADRO N°5: VALORES DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO A DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN, SISTEMA 3.

N°	Ca(OH) ₂	Tiempo exposición	pH medidas			T°	Fecha
			1	2	3		
1	0.06g	5s	12.25	12.26	12.26	24	19/07/17
2	0.06g	15s	12.22	12.24	12.26	24	19/07/17
3	0.06g	30s	12.26	12.28	12.28	24	19/07/17
4	0.06g	60s	12.25	12.26	12.26	24	19/07/17
5	0.06g	75s	12.26	12.28	12.28	24	19/07/17
6	0.06g	90s	12.26	12.27	12.28	24	19/07/17
7	0.06g	105s	12.27	12.29	12.3	24	19/07/17

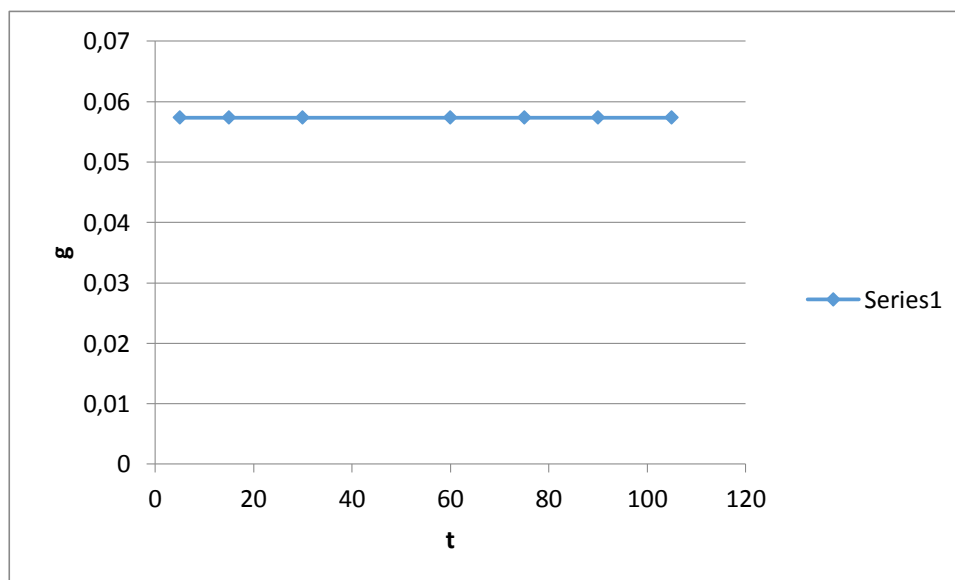
CUADRO N°6: VALORES DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO A DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN, PROMEDIADO Y CONVERTIDO EN GRAMOS.

T	SISTEMA 3 - pH			PROM	g.Ca(OH) ₂
	Lec-1	Lec-2	Lec-3		
5	12.25	12.26	12.26	12.26	0.0587
15	12.22	12.24	12.26	12.24	0.0559
30	12.26	12.28	12.28	12.27	0.0601
60	12.25	12.26	12.26	12.26	0.0587
75	12.26	12.28	12.28	12.27	0.0601
90	12.26	12.27	12.28	12.27	0.0601
105	12.27	12.29	12.3	12.29	0.0630

CUADRO N°7: VALORES DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO A DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN, SISTEMAS 1-2-3, PROMEDIADO Y CONVERTIDO EN GRAMOS

t (seg)	PROMEDIO - pH			PROM	g. Ca(OH) ₂
	PR-S1	PR-S2	PR-S3		
5	12.22	12.28	12.26	12.25	0.0573
15	12.23	12.27	12.24	12.25	0.0573
30	12.25	12.23	12.27	12.25	0.0573
60	12.24	12.25	12.26	12.25	0.0573
75	12.23	12.25	12.27	12.25	0.0573
90	12.23	12.26	12.27	12.25	0.0573
105	12.25	12.21	12.29	12.25	0.0573

GRÁFICO N°1: ESCALA DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN GRAMOS VERSUS LOS DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN.



IV. DISCUSIÓN

- La carbonatación del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se produce en cuanto entra en contacto con el CO_2 , ya sea que éste provenga de los fluidos o de la atmósfera, es por ello que se recomienda una buena conservación del material y un sellado hermético del frasco de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, suele externarse gran preocupación sobre la vida de almacenamiento de los productos que contienen $\text{Ca}(\text{OH})_2$ cuando están expuestos por lapsos prolongados al CO_2 del aire, el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se convierte en CaCO_3 probablemente se deba a la manipulación de muestras en contacto con el CO_2 de la atmósfera o en la fabricación de polvo de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.^{3,8,19, 20}
- Esta investigación, tuvo como propósito determinar el efecto del dióxido de carbono sobre la composición del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en polvo a diferentes tiempos de exposición, teniendo en cuenta su Ph.
- Con respecto al pH, el resultado obtenido del estudio fue de un pH de 12.5 para todos los tiempos de exposición; el cual coincide con el pH óptimo del $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Con ello se concluye, que el dióxido de carbono no presentó ningún efecto significativo en la composición del hidróxido de calcio en polvo expuesto. Dicho resultado también coincide con el obtenido por Moura SU⁽³⁾ y Donal R⁽²⁵⁾, quienes analizaron el pH del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en pasta mezclado con diversos vehículos a diferentes tiempos de exposición, concluyendo que el pH del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se mantenía alcalino en los diferentes tiempos expuestos: 24horas, 7 y 14 días.

V. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

- El dióxido de carbono no produce un efecto significativo en la composición del hidróxido de calcio en polvo al estar expuesto al medio ambiente durante los diferentes tiempos expuestos: 5, 15, 30, 60, 75, 90 y 105 segundos.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones con referencia a la temperatura ambiente en que se expone el hidróxido de calcio en polvo.
- Se recomienda realizar investigaciones del hidróxido de calcio en polvo a tiempos de exposición más prolongados.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RAE.es [en línea]. España: RAE, 2001 [Citado el 19 de abril del 2016]. URL disponible en: <http://dle.rae.es/?id=Zir6Ipf>
2. Estrela C y Holland R. Calcium hydroxide: Study based on scientific evidences. J Appl Oral Sci [en línea]. 2003 [fecha de acceso 24 de junio de 2016], 11(4):269-82. URL disponible en: <http://www.revistas.usp.br/jaos/article/viewFile/3147/3836>
3. Moura SU et al . Análise da Formação de Carbonato de Cálcio pela Reação do Hidróxido de Cálcio com Diferentes Veículos Anestésicos. Pesq Bras Odontoped Clin Integr [en línea]. 2008 [fecha de acceso 24 de junio de 2016], 8(3):271-276. URL disponible en : <http://revista.uepb.edu.br/index.php/pboci/article/viewFile/439/248>
4. Morgana EV et al. Concentration of Hydrogen Ions in Several Calcium Hydroxide Pastes over Different Periods of Time. Braz Dent J [en línea]. 2009 [fecha de acceso 24 de junio], 20(5):382-388. URL disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402009000500005
5. Yepes FL y Castrillón CA. El hidróxido de calcio, como paradigma clínico, es superado por el agregado de trióxido mineral (MTA). Rev Fac Odontol Univ Antioq [en línea]. 2013 [fecha de acceso 24 de junio de 2016], 25(1):176-207. URL disponible en: <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/odont/article/view/11166>

6. Estrela C. et al. Surface tension of calcium hydroxide associated with different substances. J Appl Oral Sci [en línea]. 2005 [fecha de acceso 24 de junio de 2016], 13(2):152-6. URL disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-77572005000200011
7. Estrela C et al. A study of the time necessary for calcium hydroxide to eliminate microorganisms in infected canals. J Appl Oral Sci [en línea]. 2003 [fecha de acceso 24 de junio de 2016], 11(2):133-137. URL disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-77572003000200009
8. Marra ST et al. Influence of calcium hydroxide remains on marginal leakage of filled standard root sections. RGO [en línea]. 2012 [fecha de acceso 25 de junio de 2016], 60(4):443-448. URL disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=cc695f0c-32b0-48f4-8b51-da784c6c9c75%40sessionmgr103&vid=4&hid=123>
9. De la Casa ML et al. Pastas de hidróxido de calcio preparadas con diferentes soluciones. Acción solvente. ENDODONCIA [en línea]. 2009 [fecha de acceso 25 de junio de 2016], 27(1):19-22. URL disponible en: <http://www.medlinedental.com/pdf-doc/endo/pastas.pdf>
10. Fernández MJ y Maresca BM. Consideraciones sobre el uso del hidróxido de calcio y el ión calcio en endodoncia. RAAO [en línea]. 2008 [fecha de acceso 25 de junio de 2016], 47(2). URL disponible en : <http://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/xlvii02/articulo1.pdf>

11. Silva-Herzog FD y col. Comparación del hidróxido de calcio como medicamento intraconducto, utilizando vehículos viscosos y acuosos. Estudio in vitro. Revista ADM [en línea]. 2005 [fecha de acceso 25 de junio de 2016], 62(4):137-141. URL disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2005/od054d.pdf>
12. Holland R et al. Uso do hidróxido de cálcio nos canais radiculares pH do ambiente ao redor da raiz do dente diante do uso do Ca (OH)₂. RGO [en línea]. 2002 [fecha de acceso 25 de junio de 2016], 50(3):129-132. URL disponible en: <http://www.revistargo.com.br/ojs/index.php/revista/article/viewArticle/246>
13. Mohammadi Z, Shalavi S. Calcium hydroxide in traumatic dental injuries: an update review. International Journal Of Clinical Dentistry [en línea]. 2015 [fecha de acceso 25 de junio de 2016], 8(2):151-164. URL disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=5&sid=32456be4-dec0-4edb-aa28-9890cd4f82f9%40sessionmgr101&hid=123&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=113276051&db=ddh>
14. Camargo CHR et al. Diffusion of hydroxyl ion and calcium ion through the dentin, from calcium hydroxide intracanal pastes. Cienc Odontol Bras [en línea]. 2003 [fecha de acceso 28 de junio de 2016], 6(1): 51-9. URL disponible en: <http://biblioteca.versila.com/2344228/avaliacao-do-ph-e-liberacao-de-calcio-na-utilizacao-intracanal-de-pastas-a-base-de-hidroxido-de-calcio-em-funcao-do-tempo-e-de-diferentes-veiculos-estudo-realizado-em-dentes-humanos-e-bovinos>
15. Nunez AC, Rocha MJ. Hydroxyl and calcium ions diffusion from endodontic materials through roots of primary teeth – in vitro Study. J Appl Oral Sci [en línea]. 2005 [fecha de acceso 14 de septiembre de 2016], 13(2): 187-92. URL

disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-77572005000200018&script=sci_arttext&tlng=pt

16. Batista VE, Olian DD y Mori GG. Diffusion of Hydroxyl Ions from Calcium Hydroxide and Aloe vera Pastes. Braz Dent J. [en línea]. 2014 [fecha de acceso 14 de septiembre de 2016], 25(3): 212-216. URL disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402014000300212
17. Pacios MG et al. Influence of different vehicles on the pH of calcium hydroxide pastes. Journal of Oral Science [en línea]. 2004 [fecha de acceso 14 de setiembre del 2016], 46(2): 107-111. URL disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/josnurd/46/2/46_2_107/_pdf
18. Charu G y Neeta S. Evaluation of calcium ion release and change in pH on combining calcium hydroxide with different vehicles. Contemporary Clinical Dentistry [en línea]. 2014 [fecha de acceso 14 de setiembre del 2016], 5(4): 434-439. URL disponible en: http://www.contempclindent.org/temp/ContempClinDent54434-4808774_012008.pdf
19. Ingle JI, Bakland LK. Endodoncia. 4ª ed. México: MC Graw Interamericana; 1996. Pág. 667-668.
20. Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la pulpa. 9ª ed. España: ELSEVIER; 2008. Pág. 268.
21. Chávez LE, Sedgley CM, Kishen A. The Root Canal Biofilm. Canadá: Springer; 2015. Pág. 315

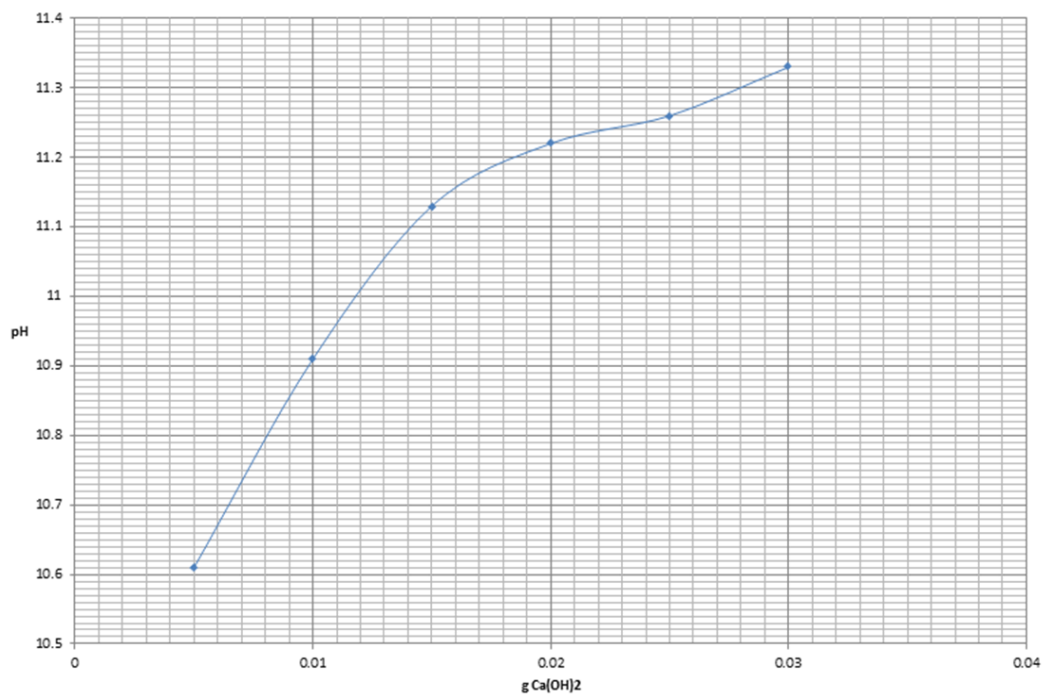
22. Calcinor.com, Las funciones que realiza la cal en el tratamiento de aguas. [Sede Web]. España:Calcinor.com; 2015[consultado 19 de setiembre 2017]. Disponible en: <http://www.calcinor.com/es/actualidad/2017-03-16/cal-tratamiento-de-aguas/>
23. purebalticsea.eu. GOOD PRACTICES IN SLUDGE MANAGEMENT. [Sede Web]. European Union: PURE; 2012 [actualizado 2014; consultado 19 setiembre 2017]. Disponible en: http://www.purebalticsea.eu/index.php/gpsm:good_practices
24. praktikum.de. Tratamiento y eliminación de residuos químicos en el trabajo diario del laboratorio. [Sede web]. Alemania: NOP; 1996 [consultada 21 setiembre 2017]. Disponible en: https://www.oc-praktikum.de/nop/es/articles/pdf/WasteTreatmentDisposal_es.pdf
25. Antony DR, Gordon B y Del Río CE. The effect of three vehicles on the pH of calcium hydroxide. Endodontics.1982;54(5): 560-565.

ANEXOS

CUADRO N°1: VALORES DE pH DE HIDROXIDO DE CALCIO COMBINADO CON CARBONATO DE CALCIO. (prueba piloto)

N	fecha		20/01/17
	Temperatura °C		31°
	Peso de muestra (0.03 g)		pH
Ca(OH) ₂	CaCO ₃		
1	0.03g	0g	11.33
2	0.25g	0.05g	11.26
3	0.20g	0.10g	11.22
4	0.15g	0.15g	11.13
5	0.10g	0.20g	10.91
6	0.05g	0.25g	10.61
7	0g	0.03g	9.07

GRÁFICO N°1: ESCALA DE CALIBRACIÓN DE pH Y GRAMOS DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO. (prueba piloto)



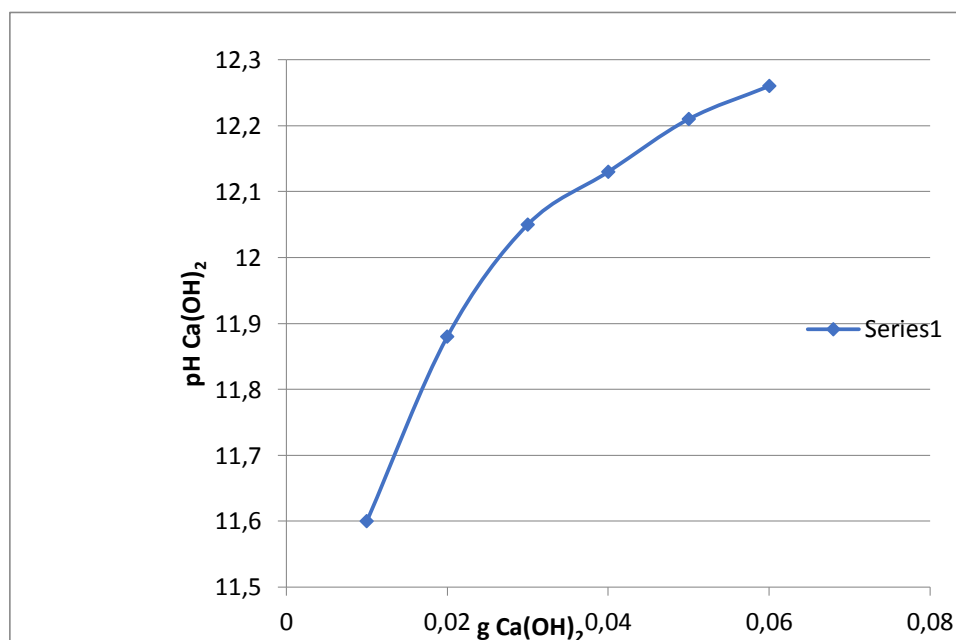
CUADRO N°2: VALORES DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO LIBRE PARA LA ESCALA DE CALIBRACIÓN.

		SISTEMA 1			SISTEMA 2			SISTEMA 3		
	fecha	20/07/17			20/07/17			21/07/17		
	Temperatura °C	23°			23°			23°		
	Peso de reactivo (0.06 g)	1	2	3	1	2	3	1	2	3
N	Ca(OH) ₂									
1	0.06g	12.23	12.25	12.26	12.23	12.26	12.27	12.27	12.29	12.30
2	0.05g	12.17	12.19	12.20	12.18	12.20	12.21	12.23	12.23	12.25
3	0.04g	12.10	12.12	12.13	12.09	12.10	12.11	12.16	12.17	12.19
4	0.03g	12.01	12.02	12.04	12.03	12.05	12.06	12.05	12.07	12.08
5	0.02g	11.85	11.87	11.88	11.86	11.88	11.88	11.89	11.91	11.93
6	0.01g	11.56	11.57	11.57	11.58	11.59	11.61	11.63	11.65	11.65

CUADRO N3: VALORES DE PROMEDIOS DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO LIBRE PARA LA ESCALA DE CALIBRACIÓN.

PROMEDIO SISTEMA 1	PROMEDIO SISTEMA 2	PROMEDIO SISTEMA 3	PROMEDIOS DE SISTEMAS 1-2-3
12.25	12.25	12.29	12.26
12.19	12.2	12.24	12.21
12.12	12.1	12.17	12.13
12.02	12.05	12.07	12.05
11.87	11.87	11.91	11.88
11.57	11.59	11.64	11.6

GRÁFICO N°2: ESCALA DE CALIBRACIÓN DE PROMEDIOS DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO LIBRE



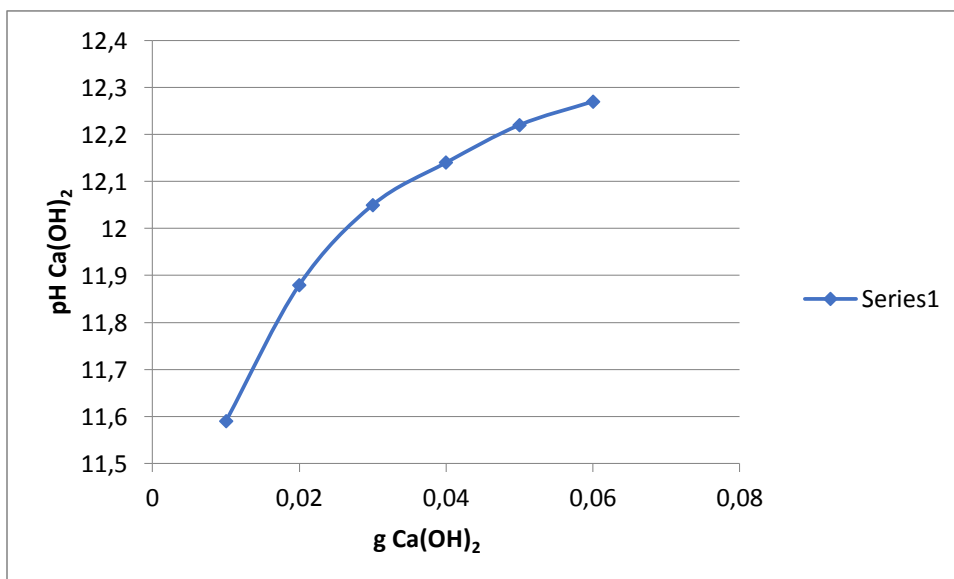
CUADRO N°4: VALORES DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO COMBINADO PARA LA ESCALA DE CALIBRACIÓN.

			SISTEMA 1			SISTEMA 2			SISTEMA 3		
fecha			20/07/17			20/07/17			21/07/17		
Temperatura °C			23°			23°			23°		
Peso de reactivo (0.06 g)			1	2	3	1	2	3	1	2	3
N	Ca(OH) ₂	CaCO ₃									
1	0.06g	0.00g	12.26	12.27	12.28	12.28	12.3	12.31	12.24	12.25	12.27
2	0.05g	0.01g	12.20	12.22	12.23	12.24	12.25	12.26	12.18	12.20	12.20
3	0.04g	0.02g	12.13	12.15	12.16	12.15	12.17	12.17	12.09	12.11	12.11
4	0.03g	0.03g	12.03	12.05	12.06	12.06	12.07	12.08	12.01	12.03	12.03
5	0.02g	0.04g	11.87	11.89	11.89	11.89	11.90	11.90	11.86	11.87	11.87
6	0.01g	0.05g	11.62	11.62	11.62	11.59	11.61	11.62	11.54	11.56	11.56

CUADRO N°5: VALORES DE PROMEDIOS DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO COMBINADO PARA LA ESCALA DE CALIBRACIÓN.

PROMEDIO SISTEMA 1	PROMEDIO SISTEMA 2	PROMEDIO SISTEMA 3	PROMEDIOS DE SISTEMAS 1-2-3
12.27	12.3	12.25	12.27
12.22	12.25	12.19	12.22
12.15	12.16	12.1	12.14
12.05	12.07	12.02	12.05
11.88	11.9	11.87	11.88
11.62	11.61	11.55	11.59

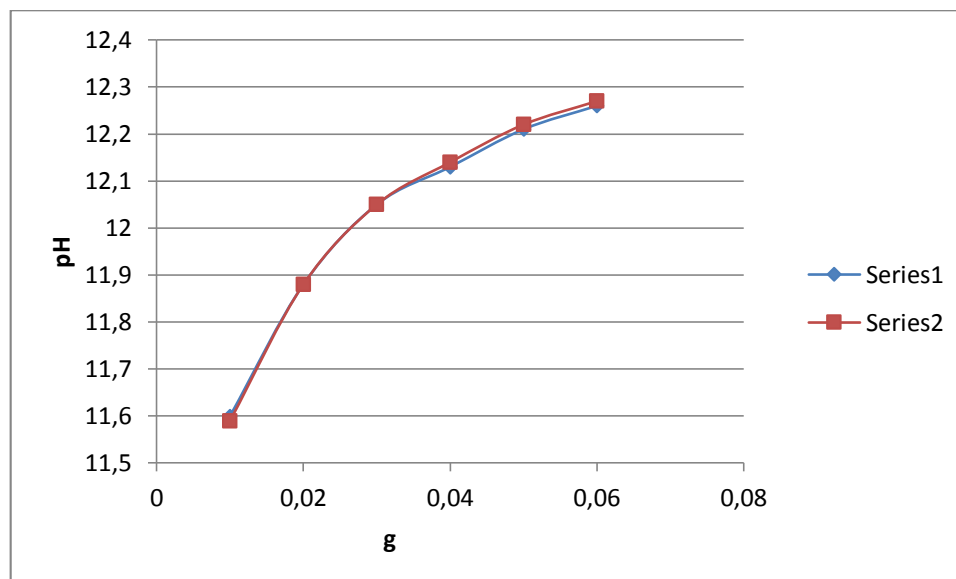
GRÁFICO N°3: ESCALA DE CALIBRACIÓN DE PROMEDIOS DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO COMBINADO



CUADRO N°6: VALORES DE COMPARACIÓN DE PROMEDIOS DE LA ESCALA DE CALIBRACIÓN DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO LIBRE Y COMBINADO

g Ca(OH) ₂	PROMEDIO LIBRE	Ca(OH) ₂	CaCO ₃	PROMEDIO COMBINADO	DIFERENCIA
0.06	12.26	0.06g	0.00g	12.27	-0.01
0.05	12.21	0.05g	0.01g	12.22	-0.01
0.04	12.13	0.04g	0.02g	12.14	-0.01
0.03	12.05	0.03g	0.03g	12.05	0
0.02	11.88	0.02g	0.04g	11.88	0
0.01	11.6	0.01g	0.05g	11.59	0.01

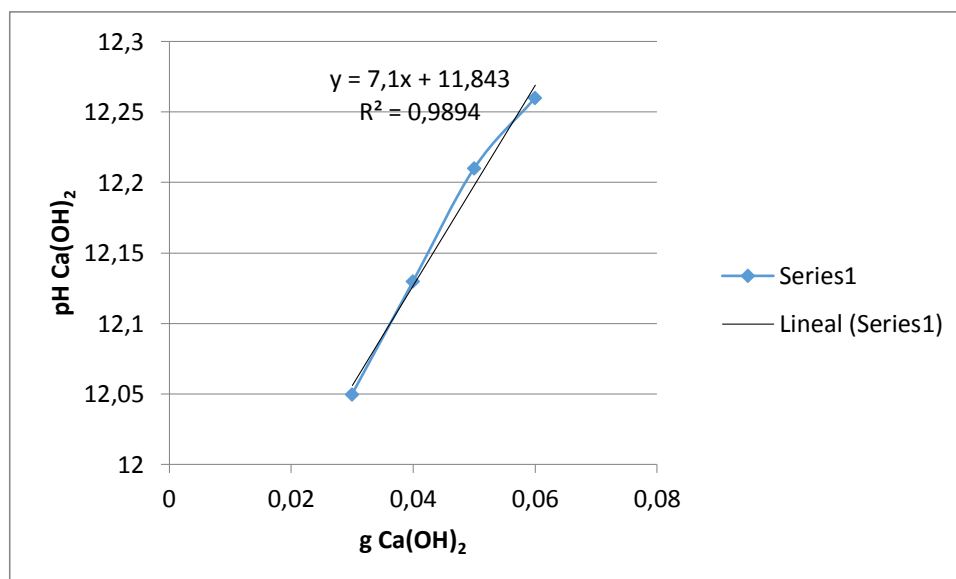
GRÁFICO N°4: ESCALA DE CALIBRACIÓN DE COMPARACIÓN DE PROMEDIOS DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO LIBRE Y COMBINADO



CUADRO N°7: VALORES DE PROMEDIO DE LA ESCALA DE CALIBRACIÓN DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO LIBRE

Ca(OH) ₂ g	pH PROMEDIO
0.06	12.26
0.05	12.21
0.04	12.13
0.03	12.05
0.02	11.88
0.01	11.6

GRÁFICO N°5: ESCALA DE CALIBRACIÓN DE PROMEDIOS DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO LIBRE, CONSIDERANDO SOLO pH MAYOR DE 12.



FÓRMULA APLICADA AL pH PROMEDIO PARA OBTENER LA CANTIDAD EN GRAMOS DE HIDRÓXIDO DE CALCIO.

$$(pH - m) / b = g$$

$$(pH - 11.843) / 7.1 = g$$

ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE LA CURVA DE CALIBRACIÓN

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coficiente de correlación múltiple	0.99468657
Coficiente de determinación R ²	0.98940137
R ² ajustado	0.98410206
Error típico	0.01161895
Observaciones	4

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.025205	0.025205	186.703704	0.00531343
Residuos	2	0.00027	0.000135		
Total	3	0.025475			

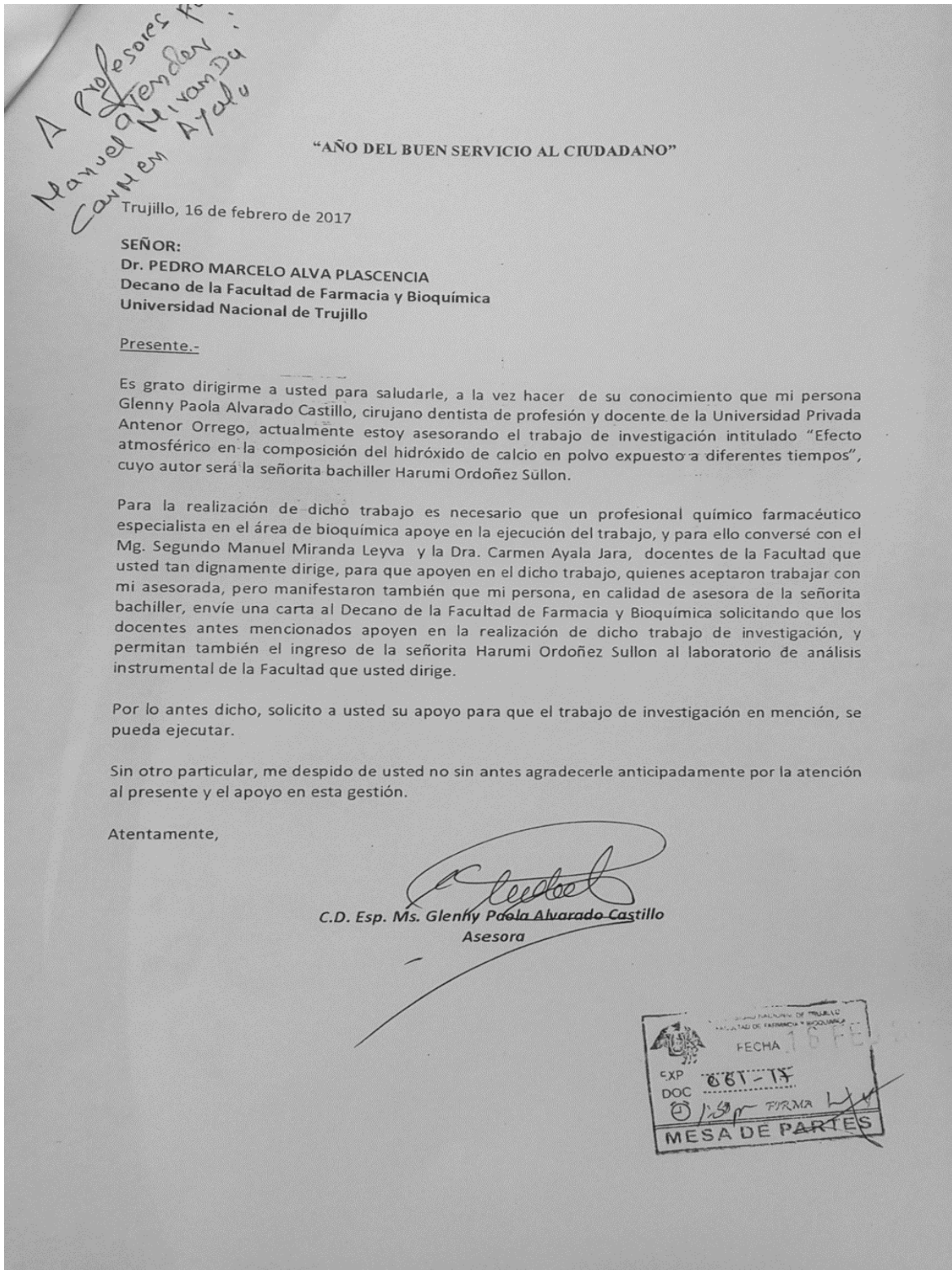
	<i>Coficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>
Intercepción	11.843	0.02409357	491.541983	4.1388E-06	11.7393337	11.9466663	11.7393337
Variable X 1	7.1	0.51961524	13.6639564	0.00531343	4.86427606	9.33572394	4.86427606

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CUADRO DE pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO A DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN

N°	Ca(OH) ₂	Tiempo exposición	pH medidas			T°	Fecha
			1	2	3		
1	0.06g	5s					
2	0.06g	15s					
3	0.06g	30s					
4	0.06g	60s					
5	0.06g	75s					
6	0.06g	90s					
7	0.06g	105s					

SOLICITUD ENVIADA A LA FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONALMDE TRUJILLO.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Ciudad Universitaria


Reg. Exp. N° 049017054E
Reg. Doc. N° 062417054

Proveído N° 051 -2017-Dcto. Farm.

Trujillo, 20 de Febrero de 2017

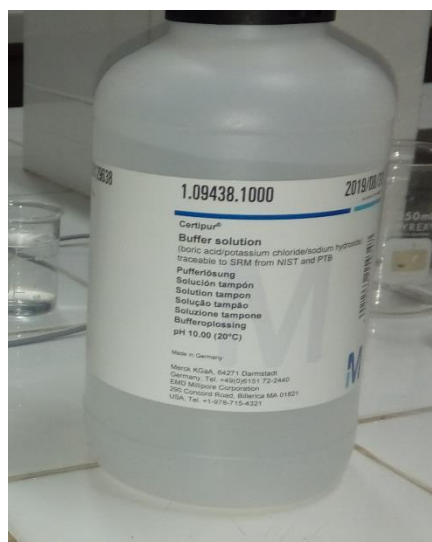
Visto el documento N° 061-2017- MP/.F.F., presentado por la Srta. Br. Harumi Ordoñez Suyón sobre APOYO EJECUCIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACION "EFECTO ATMOSFERICO EN LA COMPOSICIÓN DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN POLVO EXPUESTO A DIFERENTES TIEMPOS", pase al Mg. Segundo Manuel Miranda Leyva, para su conocimiento y se sirva atender lo solicitado.

Atentamente,


Dr. JESÚS GUILLERMO GALLARDO MELÉNDEZ
DECANO (e)

Adjunto:
- SOLICITUD DEL INTERESADO

POTENCIÓMETRO MARCA METROHM, MODELO 691 Y SOLUCIÓN BUFFER pH 10




M

Certificate of Analysis

Certipur® Certified Reference Material

Producer:	Merck KGaA, Frankfurter Str. 250, 64293 Darmstadt, Germany.
Accreditation:	Merck KGaA, Darmstadt, Germany is accredited by the German accreditation authority DAKKS as registered reference material producer D-RM-15185-01-00 in accordance with ISO Guide 34 and registered calibration laboratory D-K-15185-01-00 according to DIN EN ISO/IEC 17025.
DAKKS <small>Deutsche Akkreditierungsstelle D-RM-15185-01-00</small>	
Description of CRM:	Buffer solution pH 10.00 (20°C) Certified Reference Material for pH measurement
Ordering number:	1.09438.1000
Lot number:	HC60129638
Composition:	boric acid / potassium chloride / sodium hydroxide
Certified value and uncertainty:	pH value 10.00 ± 0.03 (20°C) pH value with expanded uncertainty U_{CRM}
Method of Analysis:	pH value is measured with a combined glass electrode after 5-point calibration according to DIN 19266, IUPAC, NIST, Ph.Eur. and USP.
Traceability:	The pH value of this certified buffer solution is directly traceable to primary certified reference materials characterised by PTB and verified by SRMs from NIST. NIST 189c, 188, 185i, 186 Ig, 186 Iig, 187e PTB OX-284/14, TA-310/15, PHT-340/16, PHO-243/12, BO-283/14 PTB: Physikalisch Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Germany NIST: National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA.
Preparation:	This reference material is prepared gravimetrically from boric acid, potassium chloride, sodium hydroxide and high purity water.
Storage:	Store at +15°C to +25°C tightly closed in the original container.
Date of release:	2016/08/22
Minimum shelf life:	2019/08/31
Certificate Version:	1 issued on 2016/08/22



A. Yildirim
Dipl.-Ing. Ayfer Yildirim
(Laboratory manager)

Merck KGaA · Frankfurter Straße 250, 64293 Darmstadt, Germany: +49 6151 72-0
EMD Millipore Corp. · 290 Concord Road, Billerica, MA 01821, USA: +1-781-533-6000

1.09438.1000
HC60129638
page 1/2

MATERIALES E INSTRUMENTOS

